ROK XIX MAJ—CZERWIEC 1946 ZESZYT 5—6

MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY

REDAKCJA i ADMINISTRACJA: WARSZAWA, UL. DYGASIŃSKIEGO 34

Inż.-mech. ROMAN SYPNIEWSKI

O BUDOWIE WEWNĘTRZNEJ METALI I ICH STOPÓW

Metalografia jest nauką, zajmującą się badaniem budowy (struktury) metali i ich stopów.

Metalografia, opierając się na prawach, jakim podlega wewnętrzna budowa metali, umożliwia racjonalne wytwarzanie i dobór materiałów, odpowiadających swymi własnościami założonym z góry warunkom technicznym.

1. Budowa wewnętrzna.

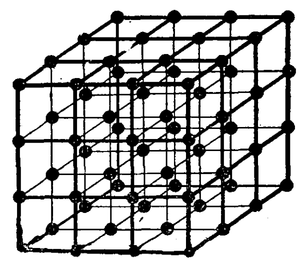
Wszystkie *metale* należą do ciał krystalicznych t. j. są zbudowane z kryształów (ziaren) różnej wielkości.

Budowę metali badamy, obserwując ich złom gołym okiem lub uzbrojonym w lupę. Najczęściej jednak musimy przy badaniu używać mikroskopu. Celem umożliwienia obserwacji pod mikroskopem, lub wykonania fotograficznych zdjęć mikroskopowych, szlifujemy powierzchnię badanej próbki, używając drobnych papierów ściernych, następnie polerujemy ją na suknie zroszonym zawiesiną tlenku glinu lub żelaza, wreszcie trawimy odczynnikiem chemicznym np. 4% roztworem kwasu azotowego. Miejsca zetknięcia poszczególnych ziaren, jako mniej odporne na działanie odczynników, ulegają silniejszemu wytrawieniu od powierzchni ziaren, skutkiem czego granice te stają się wyraźne. Poza tym, o ile badana próbka jest stopem kilku metali, składnik stopu mniej odporny na działanie odczynnika bywa silniej wytrawiony, co umożliwia ustalenie struktury próbki.

Najmniejsze kryształy są zaledwie dostrzegalne pod mikroskopem przy powiększeniu 2.000 razy, największe przekraczają długość 1 cm.

Wielkość ich wpływa na wytrzymałość metalu. Metal drobnoziarnisty tj. o drobnych ziarnach posiada większą wytrzymałość, niż metal gruboziarnisty.

Mikroskopy pozwalają na powiększenia do 2500 razy. Jeszcze dokładniejsze badanie budowy metali umożliwiają *promienie Roentgena.* Przy ich pomocy udało się np. stwierdzić, że atomy w krysztale metalu w odróżnieniu od ciał bezpostaciowych, cieczy i gazów, rozłożone są w ten sposób, że tworzą *siatkę przestrzenną,* której najprostszymi elementami są bryły geometryczne. Naroża tych brył wyobrażają atomy (rys. 1), które przyciągając się wzajemnie, wiążą całość siatki przestrzennej.



Rys. 1. Schemat siatki przestrzennej układu regularnego.

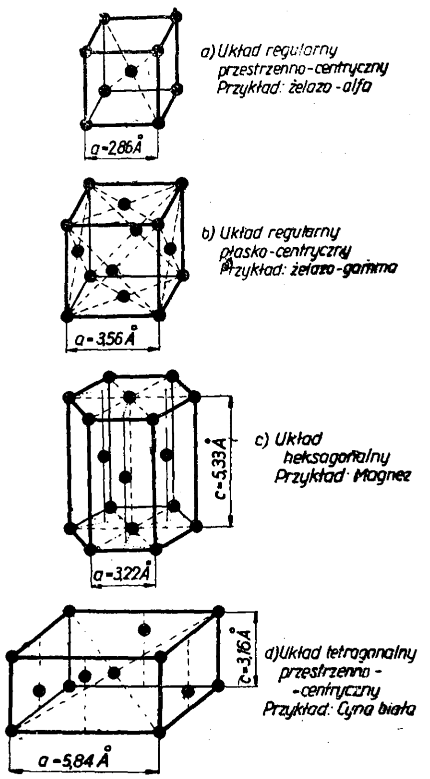
Odległość pomiędzy sąsiednimi atomami jest tak mała, że mierzy się ją jednostką długości równą jednej stu milionowej części centymetra = 1Å (Ångström).

Pomiędzy „narożnymi" atomami często są jeszcze atomy dodatkowe, które mogą się znajdować wewnątrz brył elementarnych *(układ przestrzenno-centryczny)* lub na ich powierzchniach bocznych *(układ płasko-centryczny).*

Rys. 2 podaje schematy najważniejszych układów budowy wewnętrznej metali.

Po zaznajomieniu się z układem atomów w kryształach metali, wejrzyjmy w budowę samego atomu. *Atom* wyobrażamy sobie w postaci kuli o średnicy około 1Å; musimy go zatym milion razy powiększyć, żeby go móc gołym okiem dostrzec (ok. 0,1 mm). Prawie cały ciężar atomu skupiony jest w jego *jądrze,* o średnicy równej 1/10000 części średnicy atomu i dodatnim ładunku elektrycz-

nym. Jądro otoczone jest *elektronami*, krążącymi dokoła niego z zawrotną szybkością, po ściśle określonych eliptycznych orbitach (torach). Elektrony posiadają znikomy ciężar w porównaniu z jądrem i skupiają w sobie



Rys. 2. Najważniejsze układy budowy wewnętrznej.

ujemny ładunek elektryczny, równoważący się z ładunkiem dodatnim jądra. Bardziej złożone atomy posiadają kilka różnych współśrodkowych orbit dla elektronów. Na orbicie najbliższej jądra umieszczone są 2 elektrony, na następnej 4, na dalszej 8, 16 itd. Im dalej od jądra tym ruchliwsze są elektrony i łatwiej mogą się oderwać od danego atomu. Zwłaszcza tzw. *skrajne elektrony* z najdalszej, często nie pełnej orbity łatwo odrywają się i po ściśle określonych torach wędrują w siatce przestrzennej, zamieniając się z innymi skrajnymi elektronami sąsiednich atomów.

Metale odróżniają się od siebie, poza opisaną już budową wewnętrzną, ciężarem jądra atomów i ilością elektronów. Ciężar jądra wskazuje ciężar atomowy, ilość elektronów— liczba porządkowa danego pierwiastka w układzie okresowym. Wszystkie własności fizyczne i chemiczne zależą od budowy atomów i ich rozmieszczenia.

Szczególnie doniosły wpływ na własności pierwiastka ma ostatnia (najdalsza) orbita elektronów; od niej zależą bowiem przewodnictwo elektryczne i cieplne, odporność chemiczna i zdolność do tworzenia stopów. Również wpływa ona na własności magnetyczne, ponieważ elektrony należy uważać za znikome magnesy, których działanie u większej liczby pierwiastków znosi się, zaś przy magnetycznych metalach sumuje.

Wskutek gęstego rozmieszczenia atomów w krysztale, siły przyciągania się ich pomiędzy sobą są tak duże, że metal jest *ciałem stałym*. Zachodzi to w obszarze temperatur, ograniczonym u góry temperaturą topliwości metalu. Mówimy, że metal znajduje się w *stanie stałym*.

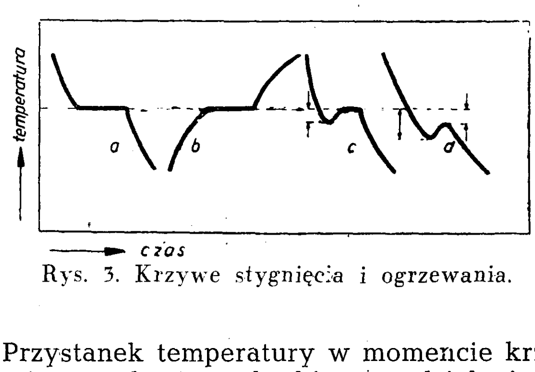
Przy podgrzewaniu odległość pomiędzy atomami wzrasta. Pochłonięte ciepło zwiększa energię wewnętrzną ciała. W pewnej temperaturze energia wewnętrzna metalu staje się tak duża, że siła przyciągania sąsiednich atomów nie wystarcza już do ich stałego powiązania. Metal topi się i zatraca budowę krystaliczną. Mówimy, że znajduje się on w *stanie ciekłym*.

Przy dalszym ogrzewaniu energia wewnętrzna dalej wzrasta. Atomy coraz prędzej zaczynają się poruszać. Wreszcie metal zaczyna wrzeć i parować. Szybkość pędzących atomów jest tak duża, że niknie prawie zupełnie wpływ ich wzajemnego przyciągania. Mówimy, że metal znajduje się w *stanie gazowym*.

2. Krystalizacja czystych metali

Gdy obserwujemy temperaturę oziębianego, płynnego, czystego metalu spostrzegamy, że w chwili powstawania pierwszych stałych cząstek metalu, temperatura nagle przestaje opadać. Osiągnęliśmy *temperaturę krzepnięcia metalu*, która pozostaje stała, aż ostatnia kropla płynnego metalu nie skrzepnie. Dalsze studzenie odbywa się z podobnym, lecz nie tak szybkim jak poprzednio spadkiem temperatury.

Wykres spadku temperatury w czasie, nazywa się *krzywą stygnięcia* (rys. 3 krzywa *a*).



Rys. 3. Krzywe stygnięcia i ogrzewania.

Przystanek temperatury w momencie krzepnięcia metalu jest skutkiem wydzielania się utajonego ciepła krzepnięcia, które podobnie jak temperatura krzepnięcia jest niezmienne i ściśle określone dla każdego czystego metalu.

Przy ogrzewaniu przebieg podnoszenia się temperatury *(krzywa ogrzewania)*, będzie po-

dobny, lecz odwrotny. Przystanek zajdzie przy tej samej temperaturze (rys. 3 krzywa *b)*, którą nazywamy *temperaturą topnienia.* Podczas przemiany metalu ze stanu stałego w stan ciekły, przy stałej temperaturze musimy doprowadzić tym razem tyle samo ciepła, co poprzednio trzeba było zabrać przy krzepnięciu; ciepło to nazywamy *ciepłem topnienia.*

Nie zawsze krzywe studzenia mają tak prawidłowy przebieg jak pod „*a*" (rys. 3). Przy szybszym studzeniu może wystąpić *zjawisko przechłodzenia* ciekłego metalu (krzywa c), tym większe, im gwałtowniejsze jest studzenie. Przebieg krzywej *d* wskazuje, że ochładzanie było tak szybkie, że wydzielane ciepło utajone krzepnięcia nie zdążyło już podnieść temperatury ciała do właściwej temperatury krzepnięcia i cały proces krzepnięcia skończył się w niższej temperaturze. Opisane zjawisko nosi nazwę *histerezy cieplnej.*

Krzywe styğnięcia ciał niekrystalicznych tzw. bezpostaciowych jak szkło, smoła, nie wykazują żadnego przystanku podczas zestalania się, dlatego też uważamy te ciała za przechłodzone ciecze.

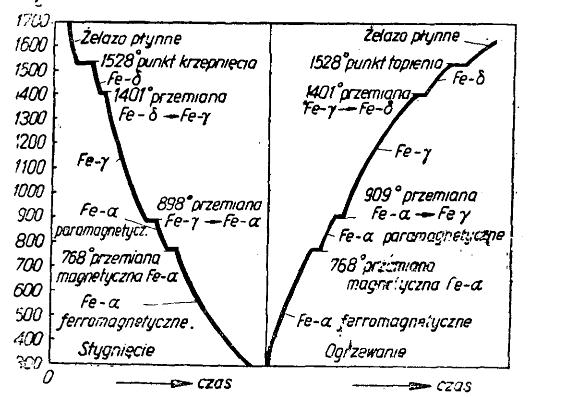
Metale w przeciwieństwie do ciał bezpostaciowych posiadają krzywe stygnięcia z jednym lub wieloma przystankami temperatury, które odzwierciadlają *momenty krystalizacji.* Kryształy w płynnym metalu zaczynają powstawać w wielu punktach jednocześnie dookoła tzw. *zarodków krystalizacyjnych.* Ilość zarodków krystalizacyjnych jest liczbą *ziaren.* Ziarna rozrastają się do chwili, aż krawędzie sąsiednich kryształów zetkną się ze sobą i tym samym zakończą krystalizację. Wielkość ziaren („krystalitów") zależna jest od szybkości studzenia. Przy szybkim studzeniu płynny metal ulega przechłodzeniu, w związku z tym rośnie liczba zarodków krystalizacyjnych oraz szybkość krystalizacji. Obie te wielkości przeciwdziałają sobie, lecz w wyniku, przy szybkim chłodzeniu otrzymujemy bardziej drobnoziarnistą budowę.

Niektóre metale po skrzepnięciu mogą ulegać *przemianom w stanie stałym* (przekrystalizowaniu) wskutek istnienia tzw. *alotropowych odmian metalu,* trwałych jedynie w pewnych zakresach temperatur. Przemiany te są związane z wydzielaniem ciepła, podobnie jak przy krzepnięciu, co na krzywej stygnięcia, lub ogrzewania daje dalsze przystanki temperatury.

Rysunek 4 przedstawia *krzywą stygnięcia* i *ogrzewania* czystego żelaza. Podczas studzenia po skrzepnięciu, które następuje przy 1528°, powstaje odmiana żelaza, tzw. *żelazo δ* (delta).

Odmiany alotropowe jednego metalu różnią się pomiędzy sobą budową wewnętrzną.

Żelazo czyste ma aż trzy odmiany alotropowe: *żelazo α* (alfa), γ (gamma) i δ (delta). *Żelazo δ,* powstające zaraz po skrzepnięciu, posiada budowę regularną przestrzenno-centryczną. Przy ochłodzeniu następuje przemiana w *żelazo γ,* przy której atomy przechodzą w układ regularny płaskocentryczny (rys. 2b). Przy dalszym ochłodzeniu powstaje *żelazo α,* atomy powracają znów w układ przestrzenno-centryczny, zmieniając odległość pomiędzy sobą (rys. 2a).



Rys. 4. Krzywa stygnięcia i ogrzewania czystego żelaza.

Przemieszczenie atomów przy przemianie połączone jest z pokonaniem dużych sił wewnętrznych, które wzrastają, jak wiemy, ze spadkiem temperatury. Wskutek tego przy wzroście szybkości studzenia przekrystalizowanie zachodzi z coraz to większym opóźnieniem, co objaśnia poprzednio opisane zjawisko *histerezy cieplnej.* W temperaturze 768° *żelazo α* ulega przemianie magnetycznej, zyskując przy ostudzaniu silne własności magnetyczne (tzw. *ferromagnetyzm).*

Cyna podlega również przemianie w stanie stałym. Powyżej 19° trwałą jest *cyna biała,* posiadająca budowę tetragonalną przestrzenno-centryczną, poniżej 19° przechodzi ona w odmianę tzw. *szarej cyny* o budowie regularnej. Wzrost objętości jaki zachodzi przy tej przemianie powoduje rozsypywanie się cyny na proszek (tzw. zaraza cynowa).

3. Krystalizacja stopów

Warunkiem koniecznym powstania dobrego stopu jest utworzenie jednorodnego płynu ze stopionych metali t. j. ich całkowita wzajemna *rozpuszczalność.* Ze zmianą temperatury rozpuszczalność ta zmienia się. W jednych stopach metale po skrzepnięciu pozostają w zupełnym roztworze i tworzą kryształy tzw. *roztworu stałego ciągłego,* inne pozostają we wzajemnym roztworze tylko w pewnym stosunku (t. zw. *roztwór stały graniczny),* wydzielając z roztworu przekraczającą ten stosunek nadwyżkę jednego

składnika, inne wreszcie po skrzepnięciu są w sobie nierozpuszczalne i tworzą stop, będący *mieszaniną* kryształów wszystkich składników. Poza tym metale mogą tworzyć *związki chemiczne* przy pewnym stosunku składników i pewnej temperaturze. Stop będący związkiem chemicznym ma tak samo budowę krystaliczną, jak stop w postaci roztworu stałego; różni się jednak tym, że w związku chemicznym składniki kryształu znajdują się w stałym i niezmiennym stosunku atomowym, natomiast w roztworach stałych stosunek ten może się zmieniać w szerokich granicach.

Metale ropuszczają się w sobie nie tylko po stopieniu, ale także w stanie stałym w ścisłym zetknięciu lub sproszkowane i zmieszane, a zarazem ogrzane do pewnej temperatury, umożliwiającej wzajemne przenikanie t. j. *dyfuzję* cząsteczek (spiekanie, nawęglanie).

Zasięg tego procesu wgłąb metalu zależy od temperatury, czasu wzajemnego oddziaływania i zdolności do wzajemnego przenikania się składników, czyli od tzw. *zdolności dyfuzyjnej* składników.

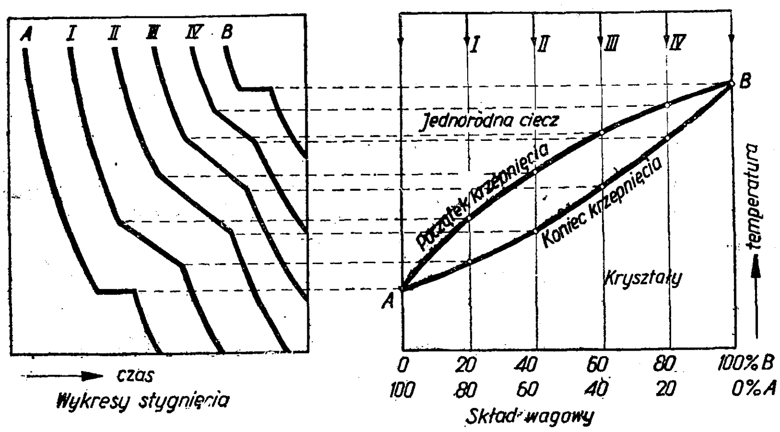
Jeśli będziemy obserwować temperaturę powoli oziębianego płynnego stopu dwóch metali *A* i *B*, tworzących ciągłe roztwory stałe, o pewnym składzie np. stop *I* o zawartości 80% metalu *A* i 20% metalu *B* i będziemy notować ją w krótkich odstępach czasu na papierze kratkowanym, w formie wykresu zależności opadania temperatury od czasu, to otrzymamy *krzywą stygnięcia* stopu. W momencie pojawienia się pierwszych kryształów stałych, krzywa załamuje się i opada bardziej łagodnie. Z chwilą ukończenia krystalizacji, gdy stop zupełnie już skrzepł, pojawia się drugie załamanie krzywej stygnięcia, temperatura zaczyna znów gwałtownie opadać. W ten sposób możemy wykreślić krzywe stygnięcia dla stopów tych metali o innym składzie np. stop *II* o zawartości 60% metalu *A* i 40% metalu *B*, potem dla stopu *III* 40% metalu *A* i 60% metalu *B* itd.; a wreszcie dla samych czystych metali *A* i *B*.

W wyniku otrzymamy zbiór krzywych z załamaniami i przystankami (rys. 5, lewa strona).

Przenosząc teraz wszystkie te charakterystyczne punkty na wykres, na którym na osi poziomej (odciętych) odłożymy skład wagowy stopu, a na osi pionowej (rzędnych) temperaturę, otrzymamy wykres charakterystyczny dla stopów metali *A* i *B*, zwany *układem stopów A — B.*

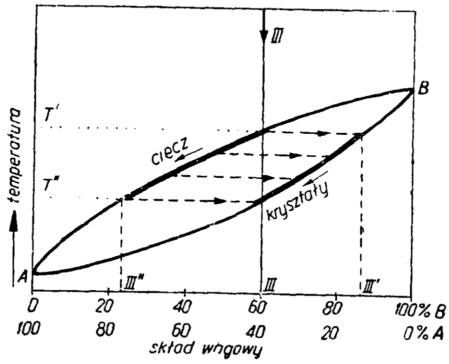
Na rys. 5 (prawa strona) mamy charakterystyczny układ dla *metali tworzących roztwory stałe ciągłe.* Do tej grupy należą stopy złota ze srebrem, niklu z chromem, żelaza z manganem i inne. Górna linia jest *linią początku krzepnięcia,* dolna — *linią końca krzepnięcia.* Powyżej górnej linii oba metale są stopione; jest to zatym obszar istnienia jednorodnej cieczy. Poniżej dolnej linii oba metale skrzepły całkowicie, istnieją tu zatym jednorodne kryształy roztworu stałego obu metali *A* i *B.* Pomiędzy krzywymi początku i końca krzepnięcia istnieją zarówno kryształy roztworu stałego metali *A* i *B* jak i jednorodny roztwór nieskrzepłych jeszcze metali.

Rozpatrując dokładniej przebieg krzepnięcia jakiegoś stopu metali *A* i *B* np. *III* (o składzie 60% metalu *B* i 40% metalu *A),* przy pomocy wykresu układu *A — B* zauważymy, że w temperaturze *T'* (rys. 6) w pierwszej chwili krzepnięcia z jednorodnej cieczy zaczną się wydzielać kryształy o składzie odpowiadającym stopowi *III,* znacznie bogatsze w metal *B* (przecięcie linii poziomej *T'* z krzywą końca krzepnięcia). Wskutek tego ciecz jednorodna zacznie w ten metal ubożeć, a nadal wydzielające się z niej kryształy stopu, w miarę spadku temperatury, będą również ubożeć w metal *B* i składem swym zbliżać się do *III.* Przy powolnym studzeniu, na skutek poprzednio opisanej dyfuzji w stanie stałym, kryształy początkowo wydzielone „mają czas" wyrównać swój skład z kryształami później wydzielonymi tak, że w końcowej chwili krzepnięcia stop będzie się składać tylko z kryształów *III.*



Rys. 5. Metale *A* i *B* tworzą roztwory stałe ciągłe.

Ostatnia kropla cieczy o składzie *III''* skrzepnie w temperaturze *T''* i utworzy kryształ o składzie *III''*, który przez dyfuzję może osiągnąć skład *III*.



Rys. 6. Krzepnięcie roztworów stałych ciągłych.

Przy szybkim studzeniu w wyniku krzepnięcia, otrzymamy mieszaninę kryształów roztworu stałego o różnym składzie począwszy od *III'*, a skończywszy na znacznie uboższych w metal *B*, niż stop zasadniczy *III*. Krzepnięcie wówczas zakończy się w niższej temperaturze niż *T''*.

Rozpatrzmy teraz inny przypadek stopu dwuch metali *C* i *D*. Metal *D* rozpuszcza się w metalu *C* do pewnej ilości, tworząc graniczny roztwór stały *G*, zaś metal *C* nie rozpuszcza się praktycznie w metalu *D* zupełnie.

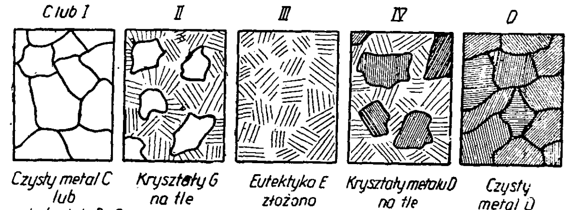
Obserwując krzywe stygnięcia stopów tych metali o różnych składach wagowych, zauważymy, że stop *I* (rys. 7) o małej zawartości metalu *D*, krzepnie podobnie jak w poprzednim przypadku w pewnym zakresie temperatur. Natomiast stop o składzie *II*, bogatszy w metal *D*, kończy krzepnięcie w stałej temperaturze. Pierwsze kryształy krzepnącego stopu *II* będą roztworem stałym metalu *D* w *C*, lecz bogatym w metal *C*.

W miarę spadku temperatury ciecz będzie zbliżać się swym składem do *E*, a wydzielone kryształy do *G*.

Przy dostatecznie powolnym studzeniu w końcowej fazie krzepnięcia, wskutek dyfuzji w stanie stałym, będziemy mieli kryształy roztworu granicznego *G* i ciecz o składzie *E*. Ponieważ metal *C* więcej już (niż o składzie *G*) nie może w sobie rozpuścić metalu *D*, krzepnąca ciecz *E* musi w stałej temperaturze T_E wydzielić jednocześnie kryształy metalu *D* i roztworu granicznego *G*, tworząc mieszaninę, t. zw. *eutektykę*.

W wyniku krzepnięcia stopu *II* otrzymamy widziane pod mikroskopem kryształy roztworu stałego granicznego G na tle później skrzepłej mieszaniny eutektycznej metalu *D* ze stopem *G* (rys. 8).

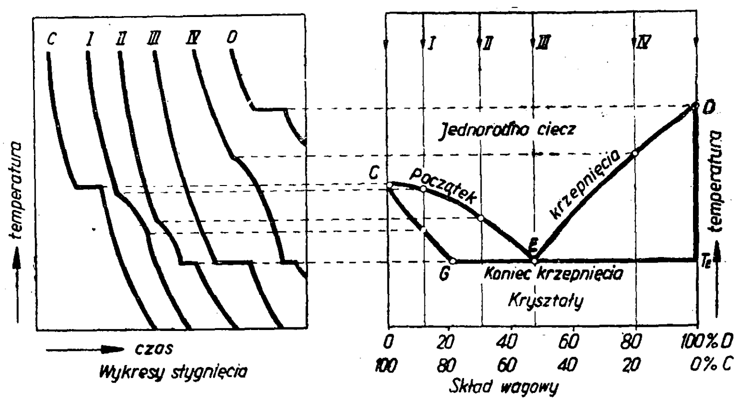
Stop *III* odpowiada eutektyce, to też krzepnie w stałej temperaturze najniższej w układzie obu metali.



Rys. 8. Wytrawione próbki stopów *C—D*, widziane pod mikroskopem.

Stop *IV* w wyniku krzepnięcia, podobnie jak *II*, daje kryształy metalu *D* na tle później skrzepłej mieszaniny eutektycznej, złożonej z kryształów *G* i *D*.

Czysty metal *D* krzepnie oczywiście w stałej temperaturze.

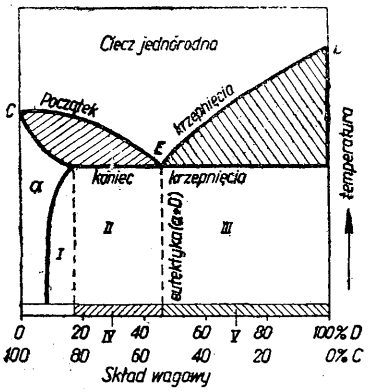


Rys. 7. Metal *D* rozpuszcza się w *C*, metal *C* rozpuszcza się w *D*; tworzy się eutektyka *E* roztworu stałego granicznego *G* i metalu *D*.

Gdy metal *C* jest niżej topliwym składnikiem niż metal *D*, to stopy o zawartości metalu *D* poniżej *E*, jednak kończące krzepnięcie w stałej temperaturze (jak stop II), nazywamy *stopami podeutektycznymi*.

Stopy podobne, lecz o zawartości metalu *D* powyżej *E%* (jak stop *IV*), nazywamy *stopami nadeutektycznymi*.

Związek chemiczny metali zachowuje się w stopie tak, jakby powstał nowy składnik stopu, nowy metal. Krzepnie on przy stałej temperaturze podobnie jak czysty metal i odróżnia się od swych składowych metali zupełnie innymi własnościami. Z reguły związki chemiczne metali są znacznie kruchsze. Układ krzepnięcia dwóch metali dzieli związek chemiczny tych metali na dwie części, z których każdą można oddzielnie rozpatrywać $A—A_2B$ i $A\,B—B$ zamiast $A—B$, (przy tym A_2B oznacza związek chemiczny metali A i B).



I Kryształy roztworu stałego α+ kryształy D wydzielone w stanie stałym
II Kryształy α + eutektyka (α+D)
III Kryształy D + eutektyka (α+D)
IV Stopy podeutektyczne
V Stopy nadeutektyczne

Rys. 9.

Rozpuszczalność metali w sobie w stanie stałym może ulegać zmianie.

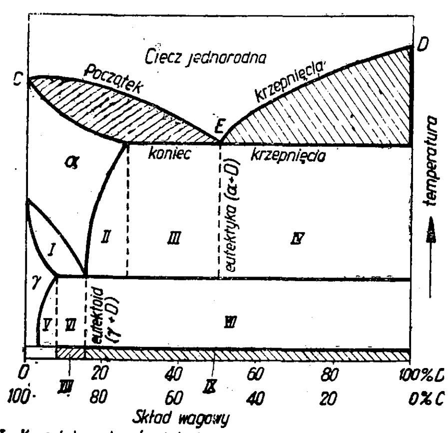
Może zwiększać się przy spadku temperatury, wówczas część kryształów z mieszaniny wskutek dyfuzji dąży do rozpuszczania się w metalu rozpuszczalniku.

Może zmniejszać się (rys. 9), wówczas obszar kryształów roztworu stałego α (alfa) maleje ze spadkiem temperatury; wydzielają się kryształy metalu *D* w stanie stałym (tzw. *wydzielanie wtórne* metalu *D*).

Jeżeli w stanie stałym metal *C* ulega przemianie alotropowej (rys. 10) i jednocześnie zmniejsza się zdolność rozpuszczania drugiego składnika, to powstaje, analogicznie do eutektyki w stanie płynnym, *budowa eutektoidalna* w stanie stałym. Roztwór stały α (alfa) metalu *D* w *C* jest nietrwały wskutek przemiany alotropowej metalu *C* powstaje inny roztwór stały γ (gamma) metalu *D*.

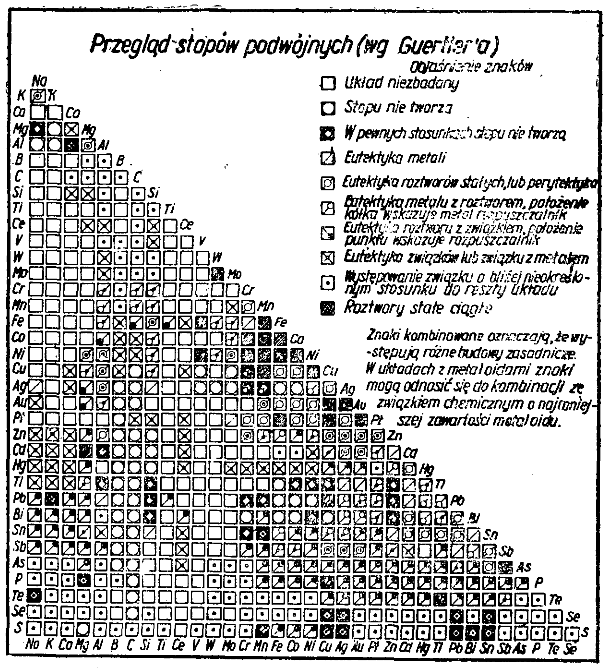
Ponieważ ze spadkiem temperatury rozpuszczalność maleje, wydzielają się z roztworu γ znów kryształy metalu *D* (jest to t. zw. *trzeciorzędne wydzielenie* metalu *D*).

Stopy, zawierające obok eutektoidu składnik bogaty w metal niżej topliwy w ilości mniejszej niż potrzeba na utworzenie eutektoidu, nazywamy *stopami podeutektoidalnymi*, stopy zaś, zawierające obok eutektoidu składnik bogaty w metal wyżej topliwy w ilości większej niż potrzeba na utworzenie eutektoidu, nazywamy *stopami nadeutektoidalnymi*.



I Kryształy roztworów stałych α + γ
II Kryształy α+D wydzielone w stanie stałym (wtórnie)
III Kryształy α + eutektyka (α+D)
IV Kryształy D + eutektyka (α+D)
V Kryształy γ+D wydzielone trzeciorzędnie
VI Kryształy γ + eutektoid (γ + D)
VII Kryształy D + eutektoid (γ+D)
VIII Stopy podeutektoidalne
IX Stopy nadeutektoidalne

Rys. 10



Rys. 11. Przegląd stopów podwójnych

Jakie typy układów tworzą poszczególne pary metali ilustruje rysunek 11. Z rysunku tego można się też zorientować, jakie dwa metale wcale stopu ze sobą nie tworzą.

Inż. STANISŁAW EMME

SMARY I SPOSOBY SMAROWANIA

WSTĘP

Smarami nazywamy ciała, zdolne do utworzenia warstewki, rozdzielającej ciała stałe trące o siebie.

Smarowanie polega na wprowadzeniu smaru pomiędzy powierzchnie trące, co powoduje zmniejszenie oporów tarcia. Smary są niezbędne dla utrzymania w ruchu każdej maszyny, czy też mechanizmu.

Olbrzymi rozwój techniki, a w szczególności techniki maszynowej, spowodował znaczne zróżniczkowanie rodzajów smarów i postęp w metodach ich wytwarzania.

Zadaniem niniejszego artykułu jest podanie zasadniczych wiadomości o *smarach* i *sposobach smarowania.*

RODZAJE TARCIA

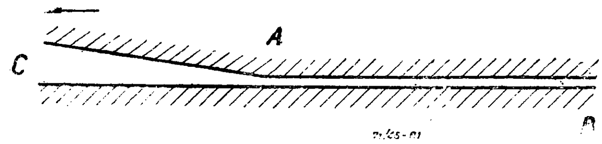
Rozróżniamy następujące rodzaje *tarcia: suche, półpłynne i płynne.*

. Przy tarciu suchym *smarowanie* wogóle nie występuje. Powierzchnie trące się ulegają silnemu zużyciu. Przy dopływie smaru, między poruszające się po sobie części mechanizmu, może nastąpić częściowe lub całkowite oddzielenie części warstewką smaru. Jeśli to oddzielenie jest niezupełne, wówczas powierzchnie, poruszające się po sobie, częściowo się stykają i zachodzi wówczas t. zw. *tarcie półpłynne*; zużycie trących się powierzchni jest jeszcze dość znaczne. Dopiero *tarcie płynne,* polegające na tym, że między ślizgającymi się powierzchniami utrzymuje się stale warstewka smaru, zabezpiecza niemal całkowicie powierzchnie trące od zużycia. Tarcie płynne występuje przy sprzyjających okolicznościach, zależnych od: rozmieszczenia rowków smarowych, prędkości poślizgu, nacisku jednostkowego (przypadającego na jednostkę powierzchni zetknięcia się), luzu między panewką i czopem i t. d.

W łożysku o tarciu płynnym czop w stanie spoczynku leży w panewce, a olej przywiera do powierzchni czopa i panewki. Po rozpoczęciu obrotu czop porywa olej z tym jednak, że początkowo wskutek nieuniknionej szorstkości powierzchni nie występuje zupełne oddzielenie czopa od panewki przez warstewkę oleju. Dopiero przy wzrastającej prędkości i przy zwiększonym porywaniu oleju występuje *tarcie płynne* (mówi się wówczas, że czop pływa).

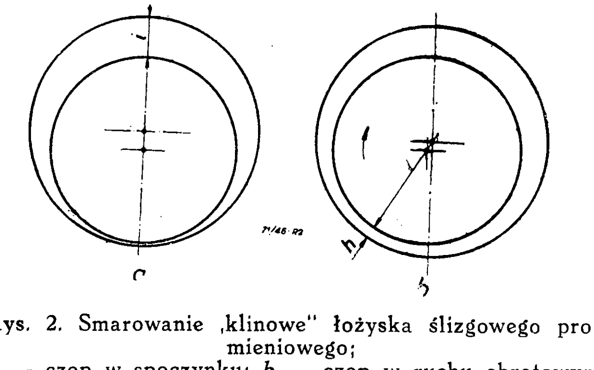
W przypadku ślizgania się płaszczyzn po sobie (rys. 1) płaszczyznę ruchomą *A* należy zaopatrzyć w skośne ścięcie, co umożliwia stworzenie tak zwanego *klina olejowego.*

Dzięki skośnemu ścięciu płaszczyzna *A,* poruszając się z pewną prędkością w kierunku strzałki po płaszczyźnie *B,* wchodzi na klin olejowy *C* tak, że pomiędzy płaszczyznami *A* i *B* tworzy się, w czasie ruchu, warstwa smaru o grubości, zależnej od szybkości ruchu i właściwości smaru.



Rys. 1. Zasada smarowania płynnego, oparta na t. zw. klinie olejowym.

Taki sam klin można zaobserwować przy obracaniu się czopa w panewce (rys. 2). Rys. 2a przedstawia czop w spoczynku, zaś rys. 2b — w ruchu. Przy pewnej prędkości obwodowej czop pływa w smarze, a pomiędzy panewką i czopem tworzy się warstwa smaru o grubości *h* (rys. 2b). Aby otrzymać tę warstwę czop i panewka muszą być wykonane z taką dokładnością, aby między czopem i panewką był luz *i* (rys. 2a). Luz ten jest uzależniony od sposobu obróbki. Nawet przy najstaranniejszej obróbce czop i panewka wykazują nierówności i wzniesienia o pewnej wysokości. Wysokości tych wzniesień dochodzą do 0,04 mm — przy obróbce tokarskiej, a do 0,005 mm — przy szlifowaniu, względnie toczeniu diamentem. Grubość warstwy smaru *h* (rys. 2b) winna być równa sumie wysokości nierówności powierzchni czopa i panewki (t. j. w przypadku szlifowanych powierzchni: $2 \times 0{,}005 = 0{,}01$ mm), aby wypełnić nierówności obróbki. Luz *i* pomiędzy panewką i czopem musi również posiadać odpowiednią wielkość. Tak np. przy pasowaniu obrotowym zwykłym H_7 / f_7 dla średnicy 50 mm, wg ISA, luz między czopem i panewką wynosi od 0,03 mm do 0,09 mm, średnio 0,06 mm.



Rys. 2. Smarowanie „klinowe" łożyska ślizgowego promieniowego;
a — czop w spoczynku; *b* — czop w ruchu obrotowym (widoczne przesadzenie mimośrodowe w kierunku obrotu).

Pamiętać ponadto należy o tym, że:

1) Olej doprowadza się do panewki po stronie nieobciążonej, rozprowadzając go jedynie rowkami wzdłuż panewki, nigdy zaś rowkami obwodowymi.
2) Jakiekolwiek rowki, umieszczone w części obciążonej, przerywają warstwę oleju i niszczą klin olejowy, a więc i cenne właściwości tarcia płynnego.

RODZAJE SMARÓW

Rozróżniamy *smary:*
pochodzenia *mineralnego,*
pochodzenia *zwierzęcego* i *roślinnego.*

W normalnej temperaturze *smary* mogą być *płynne* lub *stałe.* Smary płynne noszą nazwę *olejów.*

Najczęściej spotykamy smary pochodzenia mineralnego głównie z ropy naftowej, rzadziej z węgla kamiennego. *Smary z ropy naftowej* wydobywa się przez destylację. Przy różnych temperaturach otrzymuje się początkowo: gazolinę, benzynę, naftę i olej gazowy; dalszymi wytworami destylacyjnymi, przy wyższych temperaturach, są: oleje wrzecionowe, maszynowe (lekkie, średnie i ciężkie), oleje cylindrowe, wreszcie asfalt. Przez powtórne destylowanie i kondensację otrzymuje się różne *destylaty,* które nie zawierają więcej zanieczyszczeń, ale znajdują się w nich jeszcze niestałe związki węglowodorowe, które pod wpływem światła, tlenu z powietrza i ciepła ulegają szkodliwemu rozkładowi. Dlatego też najczęściej destylaty poddaje się dodatkowej przeróbce przez t. zw. *rafinację* czyli *oczyszczanie.*

Rozróżniamy następujące *sposoby rafinacji:*

a) rafinację przy użyciu kwasu siarkowego z późniejszym zobojętnieniem (neutralizacją),
b) rafinację środkami rozpuszczalnymi, w sposób fizyczny, a nie chemiczny. Sposób ten daje znacznie lepsze oleje od poprzednich.

Poza tymi uszlachetniającymi sposobami stosuje się jeszcze metodę, polegającą na zmianie budowy drobinowej oleju pod wpływem wyładowań elektrycznych *(woltolizowanie).* Ta zmiana budowy wpływa korzystnie na właściwości smarowe oleju, powodując zwiększenie przyczepności (adhezji) i zmniejszenie wrażliwości oleju na działanie temperatury.

W zależności od przebiegu wytwarzania uzyskujemy oleje mineralne o różnej lepkości, co umożliwia dobranie odpowiedniego oleju do żądanego celu. Oleje mineralne cechuje odporność przeciw psuciu się.

Poza smarami, wydobywanymi z ropy naftowej, spotyka się jeszcze smary, otrzymywane ze smoły, stanowiącej produkt pierwotnej destylacji węgla brunatnego, łupku bitumicznego i węgla kamiennego, przez powtórną destylację i oczyszczenie.

Drugą grupę tworzą *smary pochodzenia zwierzęcego i roślinnego,* otrzymywane z tłuszczów zwierzęcych i roślin oleistych. Smary te mają wspólną wadę łatwego utleniania się na wolnym powietrzu (jełczenia) i wydzielania kwasów organicznych, szkodliwych dla metali. Nietrwałość tych smarów jest powodem ograniczenia zakresu ich stosowania. Zaletą natomiast tych smarów jest duża *smarowność.* Do smarów tych należą: olej rzepakowy, rycynowy, tran rybi, olej lniany, łój zwierzęcy i t. p.

FIZYCZNE I CHEMICZNE WŁASNOŚCI SMARÓW.

1. Ciężar właściwy.

Ciężar właściwy olejów jest z niewielkimi wyjątkami mniejszy od jedności i zmienia się z temperaturą. Ciężar właściwy olejów podajemy w odniesieniu do 20 C.

2. Lepkość.

Lepkość (wiskoza) jest wynikiem wewnętrznego tarcia drobin oleju. Lepkość jest jedną z najważniejszych cech olejów. Lepkość mierzy się przy pomocy t. zw. *lepkościomierzy (wiskozimetrów).* Najczęściej lepkość podajemy w stopniach *Englera.* Jest to stosunek czasu wypływu 200 cm^3 badanego oleju przy temperaturze pomiaru, do czasu wypływu 200 cm^3 wody destylowanej o temperaturze 20C.

Wynika z tego, że gdyby olej wypłynął w tym samym czasie, co i woda, to jego lepkość wynosiłaby — 1 ^{0}E. Jeśliby czas wypływu oleju trwał 10 razy dłużej, niż czas wypływu wody, to lepkość badanego oleju wynosiłaby 10^{0}E *(Englera).*

Przyjęło się przy tym podawać temperaturę pomiaru, która wynosi:

dla rzadkopłynnych olejów wrzecionowych —	20 C
dla zwyczajnych olejów maszynow.	50 C
dla olejów cylindrowych —	100 C

3. Smarowność.

Smarowność olejów określa się jako zdolność do smarowania. Smarowność nie jest jednak równoznaczna z lepkością. Dotychczas nie wynaleziono metody pomiarowej i przyrządów do ilościowego określania smarowności.

4. Odporność na wpływy zewnętrzne.

Smary ulegają t. zw. *starzeniu* się pod wpływem ciepła, tlenu z powietrza i niektórych metali. Istnieje wiele przyrządów i me-

tod laboratoryjnych do badania stopnia zestarzenia się oleju.

Przez utlenianie olej traci swe cenne właściwości smarowe. Dlatego też należy umieszczać olej w zamkniętych naczyniach, aby powietrze nie miało swobodnego dostępu.

Również i chłodzenie oleju za pomocą strumienia powietrza jest rzeczą niewskazaną. Utlenianie smarów postępuje tym szybciej, im wyższa jest temperatura.

Rozkładowi oleju sprzyja czysta miedź; słabiej działa ołów i cyna. Jeśli więc stosuje się rurki miedziane do chłodnic olejowych, to winny być one od wewnątrz cynowane. Najmniejszy wpływ wywiera stal i metale lekkie (np. aluminium).

Obecność wody w oleju zmniejsza jego smarowność. Wprawdzie oleje mineralne w małym stopniu mieszają się z wodą, lecz nie mniej obecność wody w oleju, w niektórych wypadkach, jest niepożądana (np. w turbinach), a czasem wprost niedopuszczalna (jak np. przy smarowaniu knotowym).

5. Temperatura krzepnięcia i temperatura zapłonu.

Jako wielkości charakterystyczne dla smarów podaje się jeszcze *temperaturę krzepnięcia oraz temperaturę zapłonu*[1]). Oleje o niskiej temperaturze krzepnięcia stosuje się np. do samochodów w zimie. Oleje, stosowane do smarowania cylindrów silników spalinowych muszą się odznaczać wysoką temperaturą zapłonu.

WYBÓR SMARÓW.

Przy wyborze smaru należy wziąć pod uwagę:

1. Przeznaczenie smaru, oraz warunki jakie panują w miejscu smarowanym, np. naciski jednostkowe, temperatura, woda, prędkość obwodowa, stykanie z powietrzem, metalami i t. p.
2. Sposób smarowania, a więc smarowanie kroplowe, knotowe, obiegowe i t. p.
3. Możliwości magazynowania. Należy ograniczyć ilość gatunków smarów do jak najmniejszej.

W zależności od przeznaczenia rozróżniamy:

oleje wrzecionowe — o lepkości 2,5 do 10°E/20 C
oleje maszynowe — o lepkości 3° do 25°E/50 C
oleje cylindrowe — o lepkości 3° do 10°E/100 C
oleje zawiesiste o lepkości do 25°E/100 C

[1]) *Temperatura zapłonu* jest to temperatura, przy której zapalają się wytworzone pary oleju, zmieszane z powietrzem.

smary stałe, bardzo miękkie, o temp. topl. ok. 70 C
smar *Towotta* — temp. topl. 80 do 90 C
smary stałe dla wyższych obciążeń, temp. topl. ok. 175 C
smary do łożysk tocznych, miękkie, średnio miękkie lub zawiesiste, temp. topl. ok. 170 C
smary średnio twarde do b. twardych, w formie brykietów, temp. topl. ok. 200 C.

Przy wyborze smaru obowiązują następujące reguły:

im wyższe obciążenie jednostkowe łożyska im mniejsza prędkość obwodowa czopa im większy luz łożyskowy	tym wymagana większa lepkość smaru
im mniejsze obciążenie jednostkowe im większa prędkość obwodowa czopa im mniejszy luz łożyskowy	tym wymagana mniejsza lepkość smaru

Niżej podano kilka przykładów wyboru smarów.

Smarowanie łożysk.

a) łożyska ślizgowe

	Oleje	Smary stałe
małe obciążenie jednostkowe, prędkość poślizgu ponad 4 m/sek	2—3°E/50 C	temp. topl. 80—90°C
średnie obciążenie jednostkowe, prędkość poślizgu 1—4 m/sek . .	5—7°E/50 C	temp. topl. 100°C
duże obciążenie jednostkowe, prędkość poślizgu poniżej 1 m/sek	10—15°E/50 C	temp. topl. ponad 100°C

b) łożyska toczne

	Oleje	Smary stałe
b. duża ilość obrotów .	2—5°E/50 C	—
duża ilość obrotów . .	3—4°E/50 C	—
mała ilość obrotów . .	6—7°E/50 C	(wazelina nieraf.)

Smarowanie turbin parowych

lepkość 3 — 7°E/C
temp. zapłonu 180 — 190 C

Smarowanie silników Diesela

lepkość 5 — 13°E/50C
temp. zapłonu ok. 220 C

Smarowanie samochodów

w lecie:
lepkość 8 — 12°E/50 C
temp. zapłonu ok. 220 C

w zimie:
lepkość 4 — 8°E/50 C
temp. zapłonu ok. 190 C
temp. tężenia — 15 C

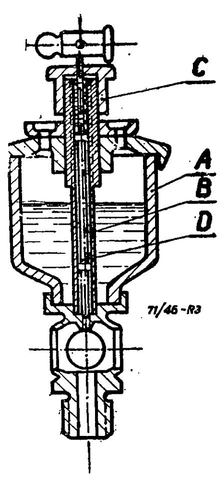
Smarowanie sprężarek tłokowych
lepkość 4 — 10°E/50 C

Smarowanie przekładni zębatych:
a) w zamkniętych skrzynkach,
smarowanie przez zanurzenie
lepkość 8 — 9°E/50 C
smarowanie pod ciśnieniem
lepkość 6 — 8°E/50 C
b) przekładnia ślimakowa w skrzynce
ślimak na dole
lepkość 15 — 20°E/50 C
ślimak na górze
lepkość 4 — 5°E/50 C
c) otwarta przekładnia zębata
przekładnie walcowe — smar stały
przekładnia walcowa i ślimakowa
smarowanie przez zanurzenie —
lepkość 4 — 5°E/100 C

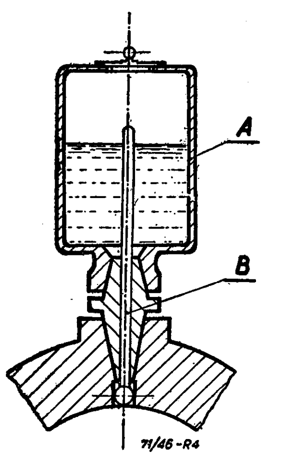
Pamiętać przy tym należy, że im mniejsza prędkość obwodowa koła zębatego, tym lepkość smaru winna być większa i odwrotnie. Przekładnia ślimakowa wymaga zawsze smaru o większej lepkości, niż przekładnia zębata.

Smarowanie cylindrów maszyn parowych:
para nasycona — lepkość 3—4°E/100 C
para przegrzana — lepkość 4—6°E/100 C

Poza tymi gatunkami olejów należy wspomnieć jeszcze o t. zw. *olejach grafitowanych,* stanowiących mieszaninę oleju mineralnego z koloidalnym grafitem, który wypełniając drobne zadarcia i rysy łożyska lub



Rys. 3. Oliwiarka kroplowa. *A* — szklany zbiornik, *B* — tulejka, *C* — regulacyjna czapeczka (nagwintowana), *D* — iglica.

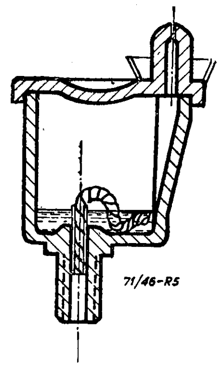


Rys. 4. Oliwiarka igiełkowa. *A*—szklany zbiornik, *B* — iglica.

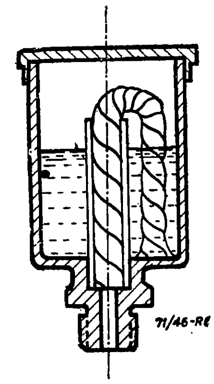
cylindra, względnie tłoka, tworzy szklistą, bardzo śliską powierzchnię. Oleje te nie mogą być używane w oliwiarkach knotowych.

SMAROWANIE SMARAMI PŁYNNYMI.

Smarowanie olejami może się odbywać:
a) stale świeżym olejem,
b) sposobem obiegowym.



Rys. 5. Oliwiarka knotowa.

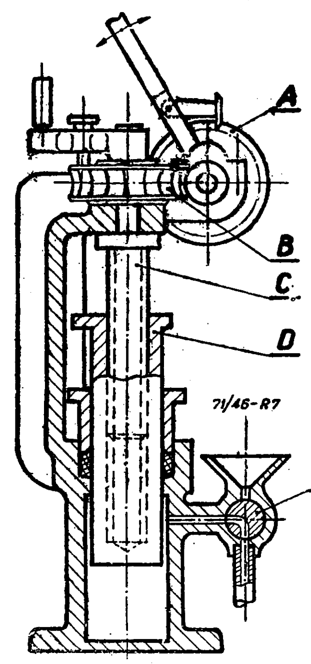


Rys. 6. Oliwiarka knotowa.

a. Smarowanie świeżym olejem.

Smarowanie świeżym olejem jest dość powszechne, zwłaszcza w mniejszych instalacjach. Jest jednak mało ekonomiczne, olej bowiem raz użyty bezpowrotnie traci się. Do tego celu służą:

1. *oliwiarki kroplowe* (rys. 3), *igiełkowe* (rys. 4) i *knotowe* (rys. 5 i 6).

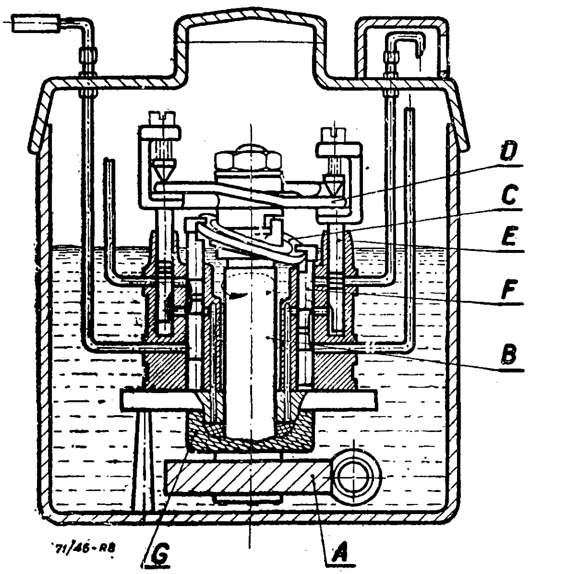


Rys. 7 Prasa olejowa: *A* — napęd zapadkowy, *B* — przekładnia ślimakowa, *C* — śruba, *D* — tłok, *E* — zawór.

Oliwiarki kroplowe (rys. 3) ze szklanym zbiornikiem *A* dla oleju, tulejką *B* z otworkiem u dołu, czapeczką regulacyjną *C* i iglicą *D*, wystarczają do zapewnienia dobrego smarowania, zwłaszcza przy umiejętnej obsłudze.

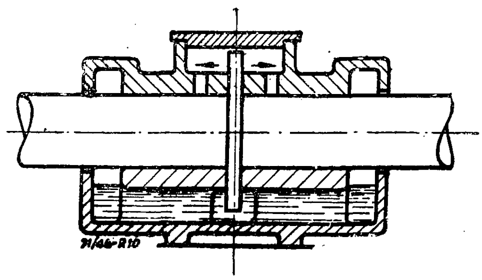
Oliwiarki igiełkowe (rys. 4), w czasie biegu wału, doprowadzają olej ze szklanego zbiornika *A*, umieszczonego na łożysku, za pomocą ciężkiej iglicy *B*, wchodzącej jednym końcem do zbiornika, a drugim końcem opartej o wał. Wskutek wstrząsów, jakich doznaje iglica od obracającego się wału, wypływa olej ze zbiornika.

Oliwiarki knotowe (rys. 5 i 6), najmniej pewne, odciągają olej za pomocą knota ze zbiornika na wał. Oliwiarki knotowe nie znoszą najmniejszej ilości wody w oleju; poza tym nie dają się regulować, jak oliwiarki kroplowe, a dla zatrzymania oliwienia knot musi być wyjęty.



Rys. 8 Pompka olejowa wielotłoczkowa: *A* — przekładnia zębata, *B* — wałek, *C* — krzywka talerzykowa do napędu tłoczków rozrządczych *F*, *D* — krzywka talerzykowa do napędu tłoczków pompkowych, *E*, *G* — siatka filtra.

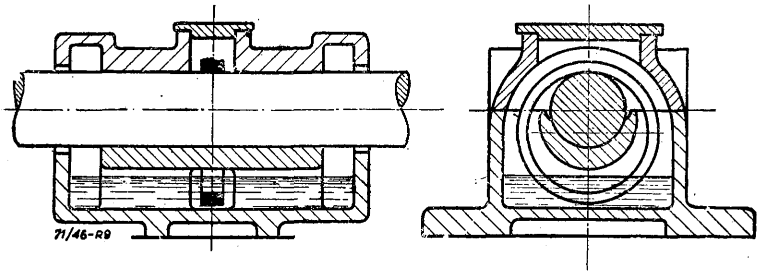
Do oliwiarek kroplowych można zaliczyć specjalny typ oliwiarki, stosowany do pewnych mechanizmów. Oliwiarka ta składa się ze szklanego zbiornika do oleju i kulki, zamykającej otwór wypływowy. Kulka ta jest od czasu do czasu podnoszona przez dźwignię mechanizmu i wówczas wypływa olej.



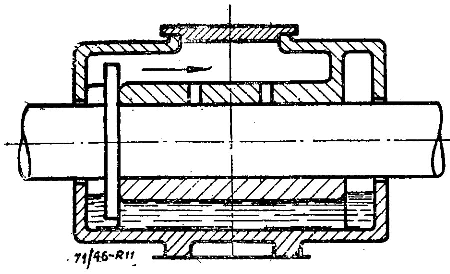
Rys. 10 Smarowanie obiegowe łożyska przy pomocy pierścienia stałego, osadzonego w połowie panewki.

We wszystkich tych oliwiarkach olej wypływa pod własnym ciężarem. Ujemną ich stroną jest nierównomierność smarowania, zależna od temperatury oleju.

2. *Prasy i pompki olejowe* (rys. 7 i 8) podają stale świeży olej pod ciśnieniem przez rurki do miejsc smarowania. Prasy (rys. 7) posiadają w zbiorniku tłok, który powoli wyciska olej ze zbiornika. Zbiornik, po opróżnieniu, należy znów napełnić świeżym olejem. Prasy olejowe stanowią jeden z najpewniejszych przyrządów do smarowania miejsc, znajdujących się pod ciśnieniem, jak: cylindry maszyn parowych lub powierzchnie stawidła suwakowego i t. p. Olej cylindrowy podaje się prasą przed cylindrem do rurociągu parowego, stąd para porywa olej i w stanie rozpylonym wprowadza do cylindra. Każda prasa zasila tylko jedno miejsce smarowania. Pompki olejowe (rys. 8) połączone są w zespół, o wspólnym napędzie i wspólnym zbiorniku olejowym, który można napełniać w czasie pracy. Każda pompka obsługuje oddzielnie jedno miejsce smarowania. Zasada działania polega na tym, że tłoczki *E* otrzymują napęd od krzywki talerzowej *D*, osadzonej na wałku *B*. Wałek *B* jest obracany w kierunku strzałki. Olej ze zbiornika przechodzi przez siatkę *G*, przewody do cylindrów z tłoczkami rozrządczymi *F*, stąd do cylindrów z tłoczkami *E*.



Rys. 9. Smarowanie obiegowe łożyska przy pomocy pierścienia luźnego.



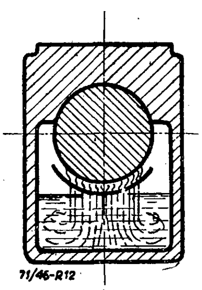
Rys. 11. Smarowanie obiegowe łożyska przy pomocy pierścienia stałego, osadzonego na końcu panewki.

b. Smarowanie obiegowe

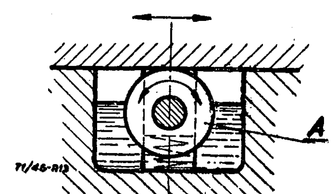
Smarowanie obiegowe jest najbardziej skuteczne i oszczędne. Stosuje się je tam, gdzie jest utrudnione stałe uzupełnianie świeżego oleju lub gdy stały dozór jest niemożliwy. Można wyróżnić następujące sposoby smarowania obiegowego:

1. *Łożyska pierścieniowe.* Jest to dość rozpowszechniony sposób smarowania obiegowego, przy wałach poziomych. Stosowane są przy tym pierścienie luźne (rys. 9) i stałe (rys. 10 i 11), osadzone na wale. Pierścieni luźnych używa się przy większych prędkościach obwodowych wału. Pierścień winien mieć dostateczną szerokość i ciężar, aby się nie zacinał. Pierścieni stałych używamy przy mniejszych prędkościach obwodowych wału. Korzystniej jest osadzać je na końcu panewki (rys. 11) aniżeli w jej środku, gdyż unika się przez to rozcinania panewki. Pierścieni używa się tylko przy obciążonej dolnej panewce.

2. Smarowanie przy pomocy t. zw. *wanny olejowej.* Typowym przykładem tego sposobu jest łożysko wagonów kolejowych (rys. 12), w którym czop jest smarowany od dołu przez knot, czerpiący olej ze zbiornika łożyska. Innym przykładem jest smarowanie prowadnic strugarki podłużnej (rys. 13) za pomocą krążków *A,* zanurzonych w oleju. Wreszcie można zaliczyć do tej grupy smarowanie przez zanurzenie w oleju części mechanizmów, jak np. kół zębatych w skrzynkach przekładniowych, przekładni ślimakowej, regulatora silnika spalinowego i t. p.

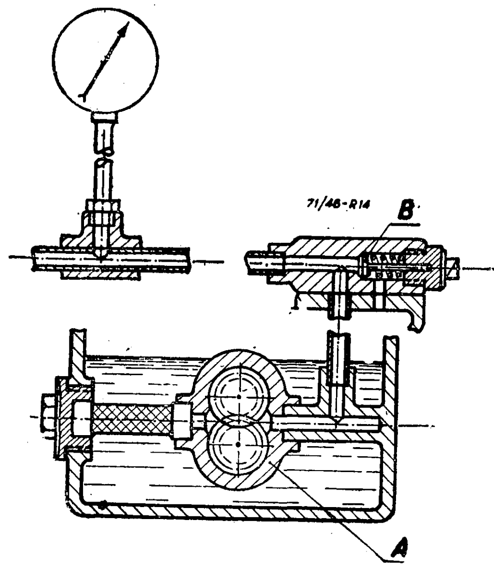


Rys. 12. Smarowanie czopa wagonowego.



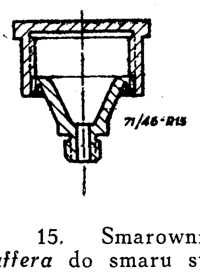
Rys. 13. Smarowanie prowadnic stołu strugarki, wzdłużnej za pomocą rolek *A.*

3. *Smarowanie obiegowe bez ciśnienia,* polegające na tym, że olejowa pompka zębata podnosi olej ze zbiornika dolnego, przeciska przez filtr do górnego zbiornika, skąd olej spływa do miejsca smarowania pod własnym ciężarem. Nadmiar oleju spływa z powrotem do dolnego zbiornika. Sposób ten, zresztą dość złożony, posiada tę zaletę, że przed uruchomieniem maszyny, można naoliwić z górnego zbiornika miejsca, podlegające smarowaniu. Pompka olejowa może być ponadto napędzana oddzielnym silnikiem.

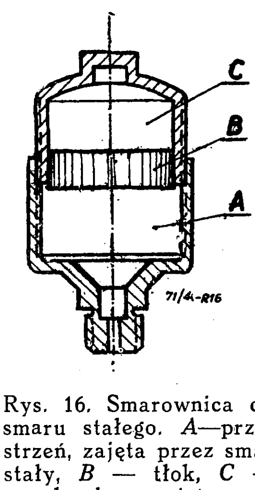


Rys. 14 Smarowanie przy pomocy pompki zębatej: *A* — pompka zębata, *B* — zawór regulacyjny (przelewowy).

4. *Smarowanie obiegowe pod ciśnieniem.* Sposób ten polega na tym, że pompka zębata (rys. 14) czerpie olej ze zbiornika i tłoczy go pod ciśnieniem, regulowanym przez zawór przelewowy *B,* do miejsc smarowania. Nadmiar oleju spływa z powrotem do zbiornika. Ten sposób smarowania jest najskuteczniejszy i najpewniejszy. Stosuje się go w przypadku, gdy zależy nie tylko na smarowaniu, lecz również na chłodzeniu części trących się. Pamiętać jednak należy, że miejsca smarowane powinny być szczelne. Olej, odebrawszy ciepło z miejsc pracy, dostaje się z powrotem do zbiornika, skąd jest pędzony przez pompkę wpierw do filtra, a później przez chłodnicę do miejsca pracy. Do filtra winien być doprowadzony olej gorący, posiadający mniejszą lepkość, gdyż łatwiej go przepchnąć i brud łatwiej osiada w filtrze.



Rys. 15. Smarownica *Stauffera* do smaru stałego.



Rys. 16. Smarownica do smaru stałego. *A*—przestrzeń, zajęta przez smar stały, *B* — tłok, *C* — poduszka powietrzna.

SMAROWANIE SMARAMI STAŁYMI

Smary stałe, jak: wazelina, smar *Towotta,* brykiety smarowe, i t. p. znajdują szerokie zastosowanie, mimo iż ustępują olejom. Stosuje się je w miejscach, gdzie panuje kurz, jak np. w przemyśle ceramicznym, w maszynach rolniczych, do łożysk tocznych, gdyż nadmiar smarów wyciskany z miejsc pracy, uszczelnia łożysko. Smarowanie łożysk, pogrążonych w wodzie, jest możliwe tylko przy pomocy smarów stałych wciskanych do łożyska.

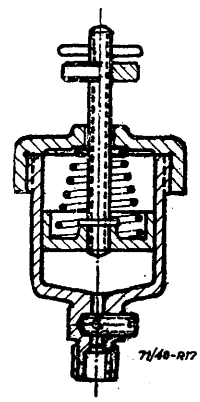
Smarowanie smarem stałym może odbywać się:

a) bez ciśnienia,

b) pod ciśnieniem.

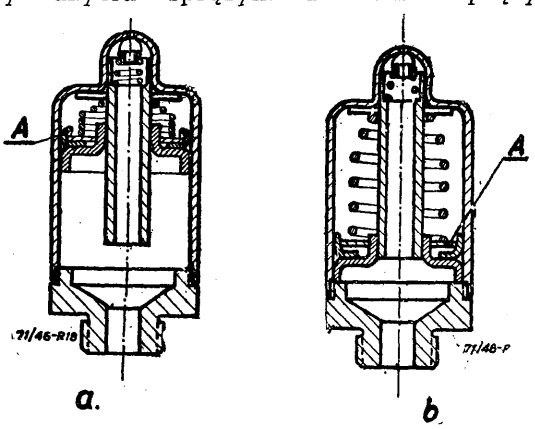
Smarowanie bez ciśnienia jest dokonywane przy pomocy znanych *smarownic Stauffera* (rys. 15), dokręcanych od ręki.

Smarowanie pod ciśnieniem może się odbywać różnymi sposobami. Jeden z nich przedstawia rys. 16, w którym przez dokręcenie górnej nakrętki zmniejsza się objętość powietrznej poduszki *C,* która, działając na tłok *B,* powoduje wyciskanie smaru stałego z przestrzeni *A.*

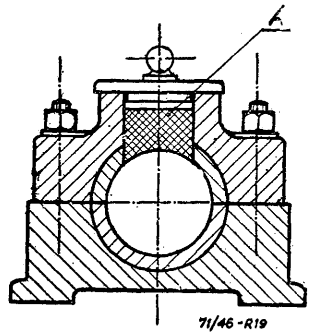


Rys. 17. Smarownica do smaru stałego pod ciśnieniem sprężyny.

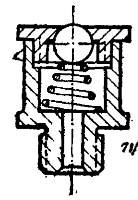
Inne rozwiązania przedstawiają rys. 17 i 18, przy użyciu sprężyn. Działanie sprężyny w rozwiązaniu z rys. 17 jest silniejsze, gdy sprężyna jest zgnieciona, aniżeli po rozprężeniu, wskutek czego początkowo występuje obfitsze smarowanie. Natomiast działanie sprężyny z rys. 18 jest równomierniejsze, dzięki zastosowaniu urządzenia hamującego *A.*



Rys. 18. Smarownica do smaru stałego pod ciśnieniem sprężyny: *A* — urządzenie hamujące, *a* — smarownica napełniona, *b* — wypróżniona.



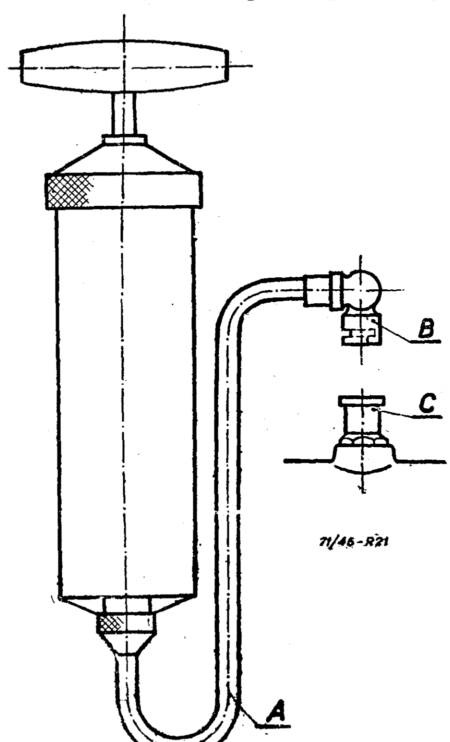
Rys. 19. Smarowanie czopa przy pomocy brykietowego ładunku smaru stałego (twardego): *A* — brykiet smaru.



Rys. 20. Smarowanie kulkowe do smaru stałego.

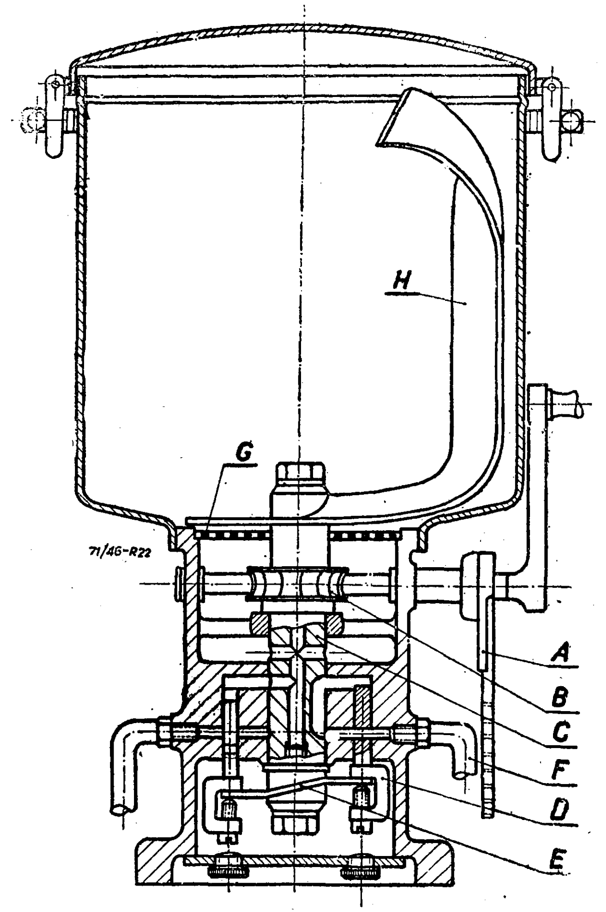
Inny sposób smarowania czopa polega na użyciu *brykietu A* (rys. 19). Jeszcze inne rozwiązanie, często spotykane w obrabiarkach np. do smarowania łożysk tocznych, przedstawia rys. 20. Do napełniania małej smarowniczki wazeliną używa się ręcznej prasy, pokazanej na rys. 21.

Wreszcie należy wspomnieć o *smarowaniu ciągłym* za pomocą stałego smaru. Służy do tego celu smarownica pokazana na rys. 22. Mechanizm zapadkowy *A* powoduje obrót



Rys. 21. Ręczna prasa do stałego smaru. *A* — wąż giętki, *B* — zaczep, *C* — smarowniczka (patrz rys. 20).

koła ślimakowego *B*, zamocowanego na wale rozrządczym *C*. Na wale tym jest ponadto osadzona krzywka talerzowa *E*, poruszająca tłoczki *D*. Tłoczek (po prawej stronie rysunku) tłoczy smar do przewodu *F* przez kanałek przepustowy w wałku rozrządczym. Smar, znajdujący się nad pompką i siatką *G*, wpychany jest ku dołowi, przez skrzydło mieszające *H*, osadzone na wale *C*.



Rys. 22. Wysokoprężna smarownica na smar stały. *A* — napęd zapadkowy, *B* — przekładnia ślimakowa, *C* — wał rozrządczy, *D* — tłoczki, *E* — krzywka talerzykowa, *F* — przewód, *G* — siatka, *H* — skrzydło mieszalne.

WYMIANA SMARU

Zarówno przy smarowaniu obiegowym, jak i zanurzeniowym, nie należy zapominać o okresowej wymianie, uzupełnianiu i badaniu stopnia starzenia się oleju.

Przy turbinach parowych badanie stopnia starzenia się oleju winno odbywać się bardzo często. Wymiana oleju jednak winna nastąpić dopiero wówczas, gdy olej wykaże nadmierny stopień starzenia się. Ponieważ olej styka się z gorącą parą, przeto olej turbinowy trzeba od czasu do czasu przepuścić przez wirówkę, celem oddzielenia wody. Straty oleju są stosunkowo nieduże tak, że dopiero po 8.000 do 10.000 godzinach pracy turbiny, należy uzupełnić olej w ilości ok. 10%.

Przy turbinach wodnych należy pobierać próbki do badania oleju co 3.000 godzin pracy.

Przy silniku Diesla — wymiana oleju winna następować po 300 do 600 godzinach pracy. Przy wymianie należy pamiętać o przemyciu wszystkich przewodów i miejsc smarowanych.

W przekładniach zębatych należy odróżniać pierwszą wymianę oleju, która winna nastąpić już po 300 godzinach pracy (celem usunięcia zanieczyszczeń montażowych), od następnych, które uskuteczniają się co 5.000 do 10.000 godzin pracy.

ZUŻYCIE SMARU

Poniższa tablica podaje orientacyjne ilości zużytego smaru, ustalone na podstawie praktyki.

Maszyna i miejsce smarowania	Zużycie smaru
Turbina parowa	0,1 g/KM h.
Maszyna parowa:	
cylinder	0,1 — 1 g/KM h.
Mechanizmy napędowe:	
smarowanie kroplowe .	0,5 — 2 g/KM h.
smarowanie obiegowe . .	0,2 — 0,5 g/KM h.
Turbina wodna	0,2 g/KM h.
Silnik Diesla:	
smarowanie kroplowe . .	5 — 7 g/KM h.
smarowanie obiegowe . .	2 — 3 g/KM h.
Silnik gazowy:	
cylinder	0,5 — 0,9 g/KM h.
mechanizmy inne . . .	0,3 — 0,7 g/KM h.
Sprężarki tłokowe:	
niskoprężne	0,2 — 1 g/KM h.
wysokoprężne	0,7 — 1 g/KM h.
Sprężarki wirnikowe . . .	0,5 — 1 g/KM h.

TADEUSZ DOBRZAŃSKI

WIERTŁA KRĘTE

(Ciąg dalszy)

d) Kąty ostrza

Rys. 7 przedstawienia dwa przekroje *ostrza wiertła:* jeden dla punktu krawędzi tnącej, leżącego w pobliżu obwodu wiertła (punkt *B*), drugi dla punktu *A*, położonego w bliskości osi wiertła. Z porównania przekrojów widać, że:

1. *kąt natarcia* γ, odpowiadający poszczególnym punktom krawędzi tnącej, zmniejsza się w miarę posuwania się od wierzchołka *C* krawędzi tnącej w kierunku osi wiertła,
2. *kąt przyłożenia* α rośnie od wartości najmniejszej przy wierzchołku *C* do największej w pobliżu osi wiertła.
3. *kąt ostrza* β zachowuje w przybliżeniu stałą wielkość.

O zmienności kąta natarcia mówiliśmy już w punkcie b) w związku z jego zależnością od kąta pochylenia rowków

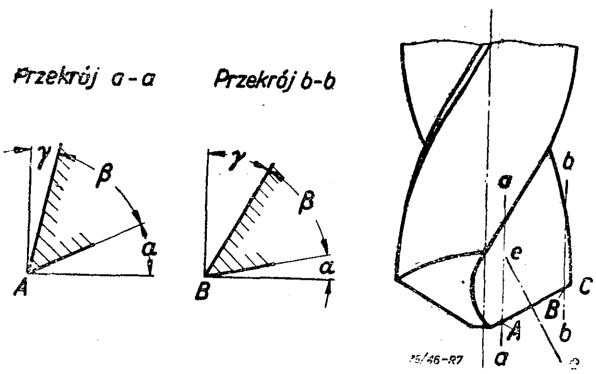
Pozostaje jeszcze ustalić zakres zmienności kąta γ. Kąt ten ma największą wartość równą kątowi pochylenia rowków dla punktu *C*, t. zn. w wiertłach handlowych około 30°, najmniejszą zaś w pobliżu ścina około 0°. Ten znaczny zakres zmienności wpływa ujemnie na pracę narzędzia, gdyż w krańcowych punktach krawędzi tnącej występują zupełnie różne warunki skrawania. Proces skrawania w pobliżu punktu C przebiega normalnie, ponieważ wartość kąta γ odpowiada tu zwykle obrabianemu materiałowi, natomiast w pobliżu osi wiertła, ostrze, zamiast skrawać, skrobie i zgniata materiał.

Ta wada ukształtowania ostrza wymaga dla polepszenia warunków skrawania specjalnego przeszlifowania powierzchni natarcia, celem zwiększenia kąta γ w pobliżu osi wiertła. O sposobach tego przeszlifowania będzie mowa później.

W przeciwieństwie do kąta γ, którego zmienność jest niepożądana, *kąt przyłożenia* α winien się zmieniać wzdłuż krawędzi tnącej. Istnieją dwa powody ku temu:

1. zmienność kąta α (w połączeniu ze zmiennością kąta γ) sprawia, że kąt ostrza β zmienia się tylko nieznacznie, co ma dodatnie znaczenie ze względu na obróbkę termiczną narzędzia, oraz ułatwia równomierne odprowadzanie ciepła z ostrza w czasie pracy wiertła,
2. stały kąt α powodowałby tarcie powierzchni przyłożenia (rys. 1) o dno otworu wierconego, co uniemożliwiłoby pracę narzędzia (patrz kąty robocze ostrza).

Kąty ostrza w przekrojach *a—a i b—b* na rys. 7 będziemy nazywać *kątami wykonawczymi wiertła*, ponieważ te właśnie kąty mierzymy w czasie wykonywania narzędzia. W czasie pracy wiertła kąty ostrza zmieniają nieco swe wartości; te zmienione kąty będziemy dla odróżnienia nazywać *kątami roboczymi wiertła.*



Rys. 7. Kąty wykonawcze ostrza wiertła.

Rys. 8 (po prawej stronie) przedstawia wiertło w czasie pracy. Jeżeli ostrze przetniemy w odległościach r_1 i r_2 od osi wiertła dwiema płaszczyznami prostopadłymi do płaszczyzny rysunku, to otrzymamy przekroje *a—a* i *b—b*. Lewa strona każdego przekroju, poczynając od punktów *A* i *B*, przedstawia w rozwinięciu drogę, którą przebywa punkt *A* lub *B* w czasie wykonywania przez wiertło jednego obrotu. Rzeczywisty kierunek drogi poszczególnych punktów krawędzi tnącej (kierunek skrawania) jest kierunkiem wypadkowej dwóch ruchów składowych: obrotu i posuwu, które wykonywa wiertło w czasie pracy.

Jak widać z porównania przekrojów, kierunki ruchów poszczególnych punktów krawędzi tnącej (określone kątami ϑ) różnią się. Powód tej różnicy kierunków jest następujący: jeżeli wiertło w czasie wykonywania jednego obrotu przesunie się jednocześnie ku dołowi o wielkość *p* (posuw)[3], to punkty *A* i *B* zajmą położenie A_1 i B_1 (rys. 8) i każdy z nich przesunie się również o wielkość *p*. Ponieważ jednak punkt *A* będzie się poruszać po obwodzie walca o promieniu r_1, punkt *B* zaś po walcu o promieniu r_2 droga rzeczywista przebyta przez punkt *A* będzie znacznie krótsza od drogi punktu *B*, a więc dla przebycia od-

[3]) Należy pamiętać, że każda krawędź tnąca zbiera warstwę materiału o grubości równej $\frac{p}{2}$

cinka p w kierunku pionowym musi poruszać się pod znacznie większym kątem ϑ.

Z przekrojów a—a i b—b widać, że:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{p}{2 \pi r}$$

a więc kąt ϑ jest tym większy, im większy posuw stosujemy przy wierceniu.

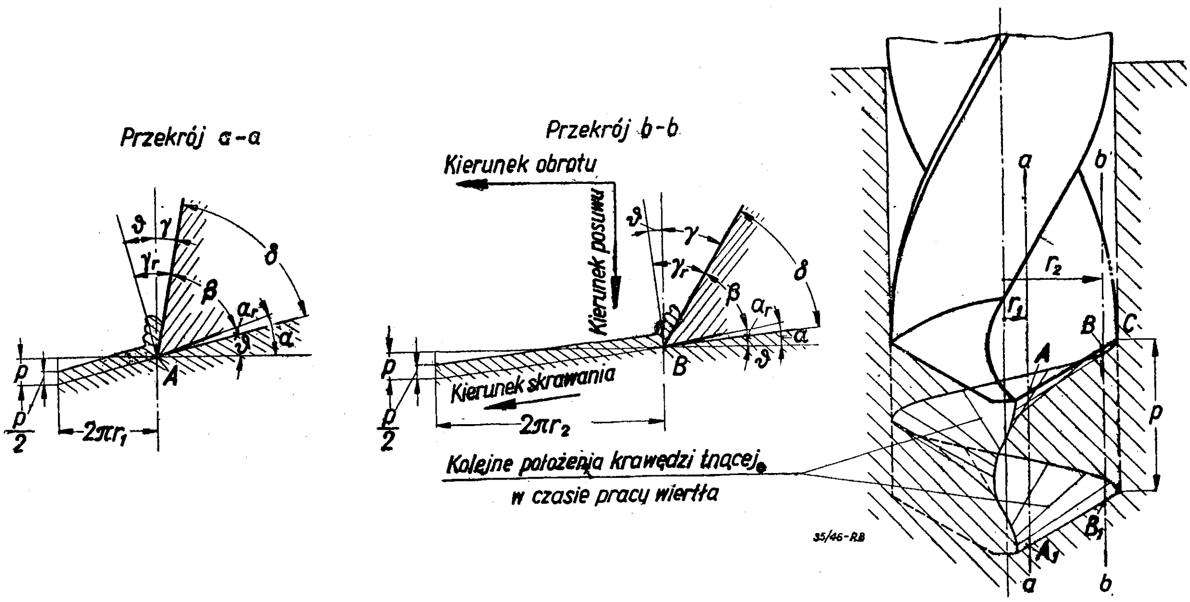
Zmienność kąta ϑ wyjaśnia nam, dlaczego kąt α nie może mieć wartości stałej dla całego ostrza. Gdyby np. kąt α w przekroju a—a był równy kątowi α w przekroju b—b, to wiertło tarłoby powierzchnią przyłożenia o dno otworu wierconego i nie mogłoby zagłębić się w materiał.

nej średnicy kąt ϑ zależy wyłącznie od posuwu).

Tablica II

Pomiar na średnicy mm	Wartości kąta ϑ przy posuwie:		
	≈0,5	≈1,5	≈3 mm/obr.
25	22'	1° 6'	2°11'
15	36'30"	1°49'	3°39'
5	1°50'	5°28'	10°49'

Tablica II podaje wartości kąta w zależności od średnicy wiertła i posuwu.



Rys. 8. Kąty robocze ostrza wiertła (posuw p w prawym rzucie w znacznym powiększeniu).

Kąt α musi więc być w każdym punkcie krawędzi tnącej większy od kąta ϑ. Wtedy kąt przyłożenia roboczy α_r będzie miał wartość:

$$\alpha_r = \alpha - \vartheta$$

Kąt ϑ wpływa również na wartość kąta natarcia γ.

Kąt natarcia roboczy

$$\gamma_r = \gamma + \vartheta.$$

Kąt skrawania δ, który istnieje tylko jako kąt roboczy, określa się wzorem

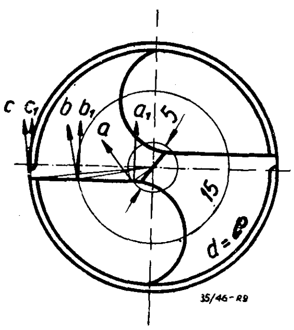
$$\delta = \alpha_r + \beta.$$

Kąty robocze różnią się od kątów wykonawczych nieznacznie. Wynika to z małych wartości, jakie przybiera kąt ϑ przy normalnie stosowanych posuwach (dla wiertła o da-

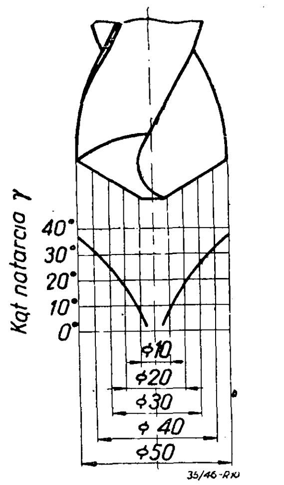
W dotychczasowych rozważaniach nad kątami ostrza wiertła przyjęte zostały pewne uproszczenia, które ułatwiały rozumowanie. Ponieważ jednak uproszczenia te powodują błędy przy obliczaniu wartości kątów ostrza za pomocą wyżej podanych wzorów, należy się z nimi zaznajomić, tym bardziej, że dotyczą one zarówno kątów wykonawczych, jak i roboczych.

Pierwsze uproszczenie, dotyczące *kątów wykonawczych* polegało na tym, że płaszczyzny przekrojów prowadziliśmy na rys. 7 i 8 prostopadle do płaszczyzny samego rysunku, gdy tymczasem należało je prowadzić stycznie do walców współśrodkowych z osią wiertła i przechodzących przez punkty A i B. Rys. 9 wyjaśnia tę sprawę. Kierunek prostych a_1, b_1 i c_1 odpowiada kierunkowi przekrojów z rys. 7 i 8, proste zaś a, b i c, to kierunki rzeczywistych pomiarów kątów, dokonywanych stycznie do odpowiednich walców. Rozbieżność kierunków a i a_1, b i b_1 i t. d. jest wynikiem tego, że krawędź tnąca wiertła nie przechodzi przez oś wiertła.

Pochylenie rowków wiórowych i krzywizna powierzchni przyłożenia powodują, że kąty ostrza, mierzone w kierunkach a, b i c, mają inne wartości niż w kierunku a_1, b_1 i c_1



Rys. 9. Kierunki pomiaru kątów ostrza wiertła.



Rys. 10. Wartości kąta natarcia γ (mierzonego w płaszczyznach stycznych do walców koncentrycznych z osią wiertła), dla wiertła o średnicy 50 mm i kącie pochylenia rowków 30°.

Wzory, określające zależność między kątami ostrza, mierzonymi w kierunkach, omówionych powyżej, są zbyt złożone, żeby je na tym miejscu podawać. Należy zaznaczyć tylko, że kąty γ i δ zmieniają się nieznacznie, natomiast kąt α, mierzony w kierunkach a, b i c ma wartości znacznie większe niż w kierunkach a_1, b_1, c_1. Rys. 10 uwidocznia wartości kąta γ, mierzonego w kierunkach a, b, c dla wiertła o kącie pochylenia rowków $\omega = 30^0$, zaś tablica III podaje wartości kątów α i γ, mierzonych w różnych kierunkach, dla wiertła z rys. 9.

Tablica III

Pomiar na średnicy mm	Kąt przyłożenia α		Kąt natarcia γ mierzony prostopadle do krawędzi tnącej
	mierzony na walcach koncentrycznych z osią wiertła	mierzony prostopadle do krawędzi tnącej	
5	29°50′	6°	5°
10	16°50′	4°	13°-14°
15	13°50′	2°	21°-23°
20	9°40′	2°	25°-27°
25	8°30′	2°	30°

35/46-T3

Należy tu zwrócić uwagę na fakt, że znacznym kątom α w płaszczyznach a, b i c odpowiadają mniejsze niż w nożach tokarskich wartości kąta α w płaszczyznach a_1, b_1 i c_1.

Drugie uproszczenie w rozważaniach dotyczyło *kątów roboczych* ostrza. Rzeczywiste kąty robocze ostrza nie leżą w przekrojach *a—a* i *b—b* (rys. 8), lecz w przekroju prostopadłym do krawędzi (przekrój *e—e* na rys. 7). Odpowiednie wzory dla rzeczywistych kątów są następujące:

$$\operatorname{tg} \gamma_{rz} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sin \frac{\varphi}{2}} ; \qquad \operatorname{tg} \alpha_{rz} = \operatorname{tg} \alpha \sin \frac{\varphi}{2}$$

Z wzorów widać, że rzeczywisty kąt natarcia γ_{rz} jest większy od kąta wykonawczego γ, natomiast kąt α_{rz} jest mniejszy.

Wartości kątów zależą poza tym od kąta wierzchołka wiertła.

Błędy, wynikłe z uproszczenia zagadnienia, są nieznaczne. Np. dla dwóch wierteł o kącie pochylenia rowków $\omega = 30^0$ i kątach wierzchołka $\varphi = 116^0$ i $\varphi = 140^0$ wartości kąta γ_{rz} (dla punktu C na rys. 8) są odpowiednio równe 34° i 31°30′.

e) Powierzchnia przyłożenia i ścin

Kąt przyłożenia α i kształt powierzchni przyłożenia (rys. 1) są zależne od kąta ϑ, który wzrasta ze zwiększeniem posuwu a przy stałym posuwie, rośnie w miarę zbliżania się do osi wiertła. Kąt α winien być dla każdego punktu krawędzi tnącej większy od odpowiedniego kąta ϑ (z uwzględnieniem największego posuwu, jaki może być przy danej średnicy wiertła zastosowany). Wg *Sommerfelda* kąt α winien zmieniać się od 5°—6° na obwodzie wiertła do 20°—24° przy rdzeniu, z tym, że ponieważ wiertła o małych średnicach mają dla wzmocnienia kąt pochylenia rowków mniejszy, kąt α w tych wiertłach winien być większy, niż w wiertłach o dużych średnicach.

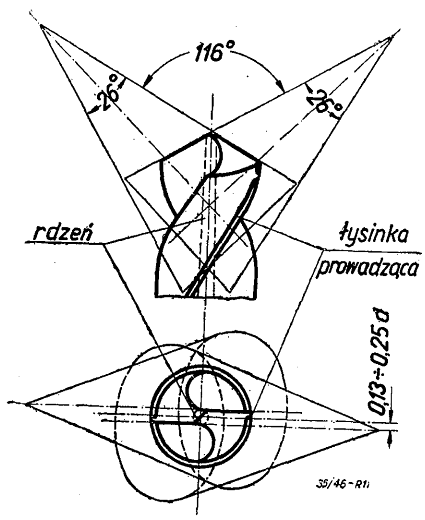
Wyżej wymienione warunki, jakim ma odpowiadać kąt przyłożenia, wymagają nadania specjalnego kształtu *powierzchni przyłożenia*. Trudność znalezienia odpowiedniego kształtu geometrycznego, który dałby się jednocześnie łatwo wykonać, była tym powodem, dla którego zarzucono niegdyś próby zastosowania wiertła krętego w Szwajcarii (patrz czasopismo „Mechanik", zeszyt 4/46, str. 126).

Istnieją dwa nadające się do stosowania w praktyce sposoby *zaszlifowywania powierzchni przyłożenia:*

1) wykonywanie tej powierzchni, jako wycinka powierzchni walca, którego tworząca pokrywa się z krawędzią tnącą,
2) wykonywanie powierzchni przyłożenia, jako wycinka powierzchni stożka (rys. 11 i 12).

Pierwszy z tych sposobów ma szereg wad, z których najważniejszą jest ta, że na pewnym odcinku krawędzi tnącej kąt α jest ujemny. Zadowalające wyniki przy tym sposobie zaszlifowywania można uzyskać tylko w wiertłach o małych średnicach.

Znacznie lepsze wyniki daje drugi z wymienionych sposobów t. zn. wykonywanie powierzchni przyłożenia jako wycinka powierzchni stożkowej przez odpowiednie zaszlifowanie wierzchołka narzędzia.



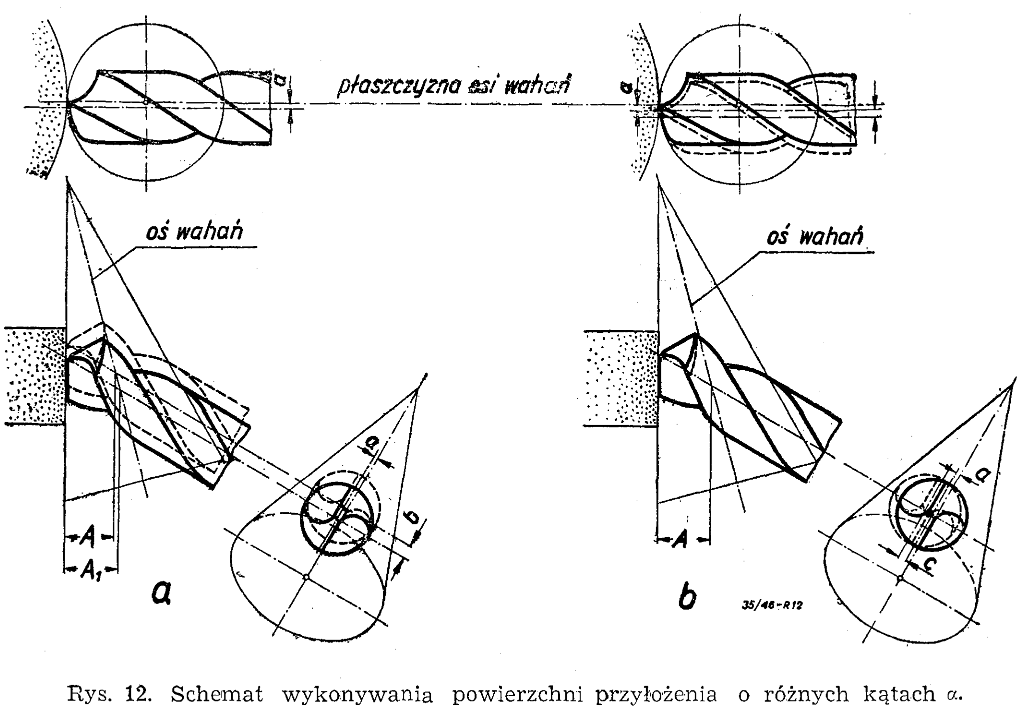
Rys. 11. Schemat ukształtowania powierzchni przyłożenia wiertła.

Rysunek 11 określa wzajemne położenie wiertła i dwóch stożków pokrywających się częścią swych powierzchni z powierzchniami przyłożenia ostrza wiertła. Stożki te mają kąt wierzchołkowy 26^0, jedna z tworzących każdego ze stożków pokrywa się z odpowiednią krawędzią tnącą ostrza, a osie stożków są przesunięte w stosunku do osi narzędzia o wielkość równą promieniowi rdzenia wiertła (patrz rzut dolny na rys. 11).

Stożki te w rzeczywistości oczywiście nie istnieją, a na rys. 11 zostały umieszczone tylko dla uwypuklenia zasady wykonywania powierzchni przyłożenia.

Wzajemne położenie wiertła i stożków z rys. 11 jest zachowane na rys. 12a, który przedstawia schemat wykonywania jednej z powierzchni przyłożenia. Wiertło jest tak ustawione w stosunku do tarczy szlifierskiej, że krawędź tnąca styka się z tarczą szlifierską, a oś wiertła znajduje się w odległości a od osi stożka. Wiertło jest poza tym związane z osią stożka w odległości A_1 od tarczy szlifierskiej i waha się wokół tej osi, a tarcza szlifierska zbiera materiał z powierzchni przyłożenia, nadając jej kształt stożka.

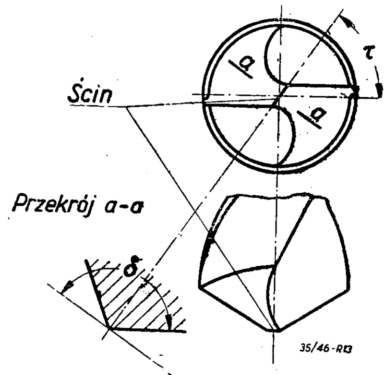
Wiertła o różnych średnicach wymagają różnych kątów α, a więc i odmiennych krzywizn powierzchni przyłożenia. Silniejsze lub słabsze zaszlifowanie (t. zn. większy lub mniejszy kąt α) można otrzymać przez zmianę wzajemnego położenia wiertła i tarczy szlifierskiej, gdyż wtedy różne wycinki powierzchni stożka stają się powierzchniami przyłożenia wiertła. Istnieją dwa sposoby uzyskiwania mniejszego lub większego kąta α. Pierwszy z nich przedstawiony jest na rys. 12a. Polega on na tym, że dla uzyskania większego kąta α wiertło zostaje związane z osią wahań w odległości A od tarczy szlifierskiej, przez co przesuwa się ono jakby wzdłuż osi wahań w kierunku wierzchołka stożka o b (położenie to jest zaznaczone liniami przerywanymi na rys.). Powierzchnią przyłożenia będzie teraz wycinek powierzchni stożka o większej krzywiźnie, a więc kąt α zwiększy się.



Rys. 12. Schemat wykonywania powierzchni przyłożenia o różnych kątach α.

Sposób ten pozwala jednak na nieznaczną tylko zmianę kąta α.

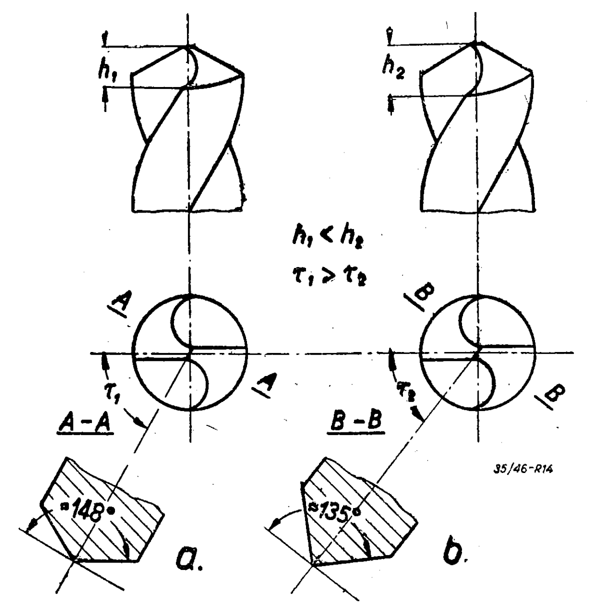
Lepszy jest sposób drugi (rys. 12b). Tutaj wiertło przesuwamy nie wzdłuż osi wahań, lecz prostopadle do niej, zwiększając dodatkowo odległość osi wiertła od osi wahań o wielkość *c*. Różnice w kącie α, uzyskane tym sposobem są znacznie większe niż w przypadku omawianym powyżej.



Rys. 13. Ścin wiertła krętego.

Obie powierzchnie przyłożenia przecinają się, tworząc poprzeczną krawędź tnącą czyli *ścin* (rys. 13), którego istnienie jest główną wadą wierteł krętych. Ścin, jak widać na rysunku, ma kąt skrawania znacznie większy od 90° co powoduje, że zamiast skrawać, skrobie i zgniata materiał obrabiany. Stwierdzono doświadczalnie, że 65% siły poosiowej, wymaganej do uzyskania posuwu, przypada na ścin i dlatego zmniejszenie kąta skrawania ścina jest zagadnieniem, mającym duże znaczenie dla prawidłowej pracy wiertła.

Kąt skrawania ścina jest zależny od kształtu powierzchni przyłożenia i zmniejsza się



Rys. 14. Zależność kąta skrawania ścina od kształtu powierzchni przyłożenia.

przy silniejszym zaszlifowaniu tej powierzchni, t. zn. przy większym kącie α. Z dwóch wierteł o równych średnicach, kątach wierzchołka i kątach pochylenia rowków (rys. 14), pracować będzie lepiej wiertło przedstawione w rzucie *b*, ponieważ przez silniejsze zaszlifowanie powierzchni przyłożenia uzyskano mniejszy kąt skrawania ścina. Wymiary h i h_1 wskazują, które wiertło posiada większą krzywiznę powierzchni przyłożenia, a więc i większy kąt α.

Położenie ścina względem krawędzi tnących jest zmienne i zależy również od kąta α, przy czym im większy kąt α, tym mniejszy kąt położenia ścina τ (rys. 13). Stwierdzono doświadczalnie, że najkorzystniejsze warunki skrawania dla stali osiąga się przy kącie $\tau = 55^0$ (dla żeliwa 40°—50°). Ponieważ wiertła o małych średnicach mają większe kąty α, przeto kąt τ jest w tych wiertłach mniejszy. Wartości kątów α i τ dla wierteł o różnych średnicach zawiera tabela IV.

Tablica IV

Średnica wiertła mm	Kąt przyłożenia α na obwodzie	Kąt położenia ścina τ
2 — 3,5	14°	47°
3,6 — 5,0	11°	48°
5,1 — 7,0	9°	49°
7,1 — 11,0	9°	50°
11,1 — 18,0	8°	52°
18,1 — 30,0	7°	55°
30,1 — 55,0	6°	55°
55,1 — 100,0	5°	55°

35/46-T4

f) Łysinka prowadząca

Celem zmniejszenia tarcia wiertła o powierzchnię wierconego otworu, zewnętrzną powierzchnię walcową wiertła frezuje się na średnicę nieco mniejszą, pozostawiając wzdłuż przednich krawędzi rowków wiórowych wąskie łysinki, prowadzące wiertło w otworze wierconym (rys. 1 i 11). Szerokość łysinki zależy od średnicy wiertła:

Ø wiertła	10	20	30	40	50	60	80	100	mm
szer. łysinki	1,3	2,0	2,6	3,0	3,4	3,6	3,8	4,0	mm

Aby tarcie wiertła o ścianki otworu wierconego jeszcze bardziej zmniejszyć, nadaje się powierzchni zewnętrznej wiertła, utworzonej przez łysinki, kształt lekko stożkowy, zbieżny w kierunku chwytu narzędzia. Zbieżność ta wynosi od 0,04—0,1 mm na 100 mm długości części roboczej wiertła i jest powodem, że wiertła zużyte, t. zn. posiadające krótką część roboczą, wiercą otwory o mniejszej średnicy, niż wiertła nowe.

(ciąg dalszy nastąpi)

MIKOŁAJ SIŁUSZEK

O WYROBIE PIERŚCIENI TŁOKOWYCH

WSTĘP

Pierścienie tłokowe wywierają wielki wpływ na pracę silnika, szczególnie zaś na pracę silnika szybkobieżnego. Jakość pierścieni zależy zarówno od użytego materiału i wykonania odlewu, jak i od sposobu obróbki i kolejności poszczególnych operacyj. Z podanych powyżej powodów w wyrobie pierścieni tłokowych występują następujące zagadnienia: przygotowanie materiału i ich obróbka, zarówno cieplna, jak i mechaniczna.

I. PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU

Przygotowanie odpowiedniego materiału na pierścienie tłokowe jest oczywiście zagadnieniem wyłącznie odlewniczym. Celem uzyskania dobrych wyników proces odlewniczy powinien być ujęty w szczegółowe instrukcje, omawiające nawet najprostsze roboty, jak przygotowanie żeliwiaka do pracy, dobór materiału na poszczególne wytopy, oraz sposoby topienia, formowania, pobierania stopionego metalu, zalewania form i t. d.

Szczegółowe opracowanie planu operacyjnego zapewnia jednorodność materiału z różnych spustów i przyczynia się tym samym do zmniejszenia ilości odrzuconych części.

Nie będziemy tutaj omawiać przygotowania żeliwiaka, materiału, przebiegu topienia i t. d., natomiast ograniczymy się wyłącznie do omówienia sposobu odlewania.

Sposoby odlewania pierścieni tłokowych

Przy odlewaniu należy przede wszystkim zwrócić uwagę na temperaturę metalu. Zalewanie form należy przeprowadzać przy temperaturze metalu, nie niższej od 1350 C, bacząc aby strumień był równy i ciągły. Po zalaniu formy, nie należy używać metalu pozostałego w czerpaku.

Istnieje kilka *sposobów odlewania* materiału na pierścienie tłokowe, a mianowicie:

a) odlewanie indywidualne pierścieni,
b) odlewanie pionowe tulei, formowanych w piasku formierskim (piasek suchy, rdzenie wstawiane),
c) odlewanie pionowe w kokilach (rdzenie wstawiane),
d) odlewanie odśrodkowe.

Skład chemiczny żeliwa, przeznaczonego do wyrobu pierścieni tłokowych, można przyjąć następujący [1]:

$$C = 3,0 \div 3,2\ \% \text{ (całkowity)}$$
$$C = 0,5 \div 0,8\ \% \text{ (związany)}$$
$$Si = 1,4 \div 1,6\ \%$$
$$Mn = 1,2 \div 1,4\ \%$$
$$P = 0,3 \div 0,5\ \%$$
$$S = 0,08 \div 0,1\ \%$$

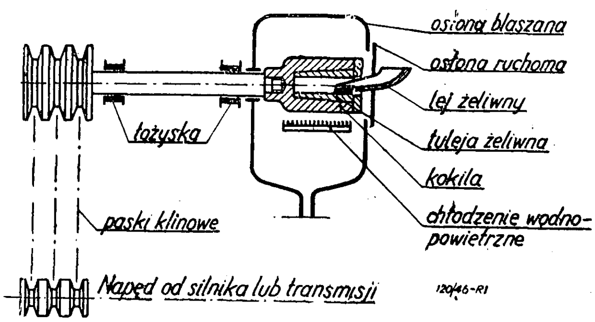
Obliczając poszczególne wsady, należy uwzględnić wypalanie się takich składników, jak krzem i mangan, oraz przyrost procentowej zawartości węgla.

Odnośnie sposobu odlewania należy zauważyć, iż wybór jego jest uzależniony od przeznaczenia pierścieni tłokowych, wielkości produkcji, no i jak zawsze możliwości produkcyjnych danej wytwórni.

Pierścienie dla silników lotniczych bardzo często odlewane są indywidualnie; metoda ta jest jednak najkosztowniejsza. *Odlewanie odśrodkowe,* którym to sposobem w niniejszym artykule zajmiemy się szerzej, jest w porównaniu do innych metod bardzo tanie, z tym jednak zastrzeżeniem, iż odlewnia nastawiona jest na produkcję masową.

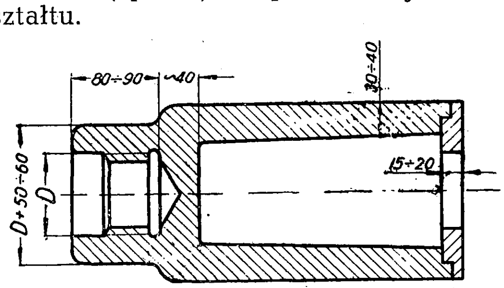
Do odśrodkowego odlewania potrzebna jest maszyna silnej konstrukcji, o ilości obrotów kokili 700—900 na minutę.

Rys. 1 przedstawia schemat maszyny do odlewania tulei na tłokowe pierścienie.



Rys. 1. Maszyna do odśrodkowego odlewania tulei na pierścienie tłokowe

Na końcu wrzeciona jest umocowana *kokila metalowa* (rys. 2) odpowiedniej wielkości i kształtu.



Rys. 2. Kokila do tulei na pierścienie tłokowe

[1]) Skład chemiczny żeliwa zależy w pewnym stopniu od zamierzonego sposobu formowania i odlewania.

Kokila jest zakryta ze wszystkich stron osłoną z blachy żelaznej, tak, ażeby przy zalewaniu odpryski nie poparzyły obsługi. W osłonie znajduje się urządzenie do studzenia kokili z zewnątrz (rura dziurkowana z dopływem wody i sprężonego powietrza).

Przebieg odlewania

1) założenie przykrywy kokili,
2) uruchomienie maszyny i wsypanie do kokili specjalną łyżką nieco miałkiego piasku. Zabieg ten ułatwia wyjmowanie odlewów z formy.
3) zamknięcie osłony blaszanej i wprowadzenie leja do środka kokili;
4) zalanie kokili płynnym żeliwem;
5) ostrożne chłodzenie kokili;
6) zatrzymanie maszyny, wyjęcie odlanej tulei (temp. 700—650C) i położenie jej w suchym miejscu.

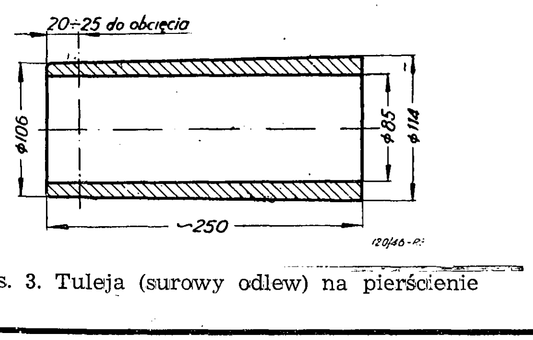
Kokilę rozgrzewa się przez odlanie kilku pierwszych sztuk, które należy uważać za nieudane z powodu zbyt dużej zawartości węgla związanego.

Maszynę obsługuje dwu ludzi, z których jeden pobiera roztopiony metal ze zbiornika lub żeliwiaka i wlewa go do kokili. Wydajność maszyny w ciągu 8 godzin wynosi 50—60 tulei. Przy odlewaniu należy zwrócić szczególną uwagę na szybkość studzenia, temperaturę kokili, miejsce i sposób układania odlanych tulei; od czynników tych zależy bowiem otrzymanie równomiernej twardości tulei.

Przy produkcji lotniczej tuleje z miejscowymi utwardzeniami są odrzucane jako nieudane. Przy produkcji samochodowej w pewnym procencie tuleje takie są używane, jednak podczas obróbki mechanicznej zużycie kosztownych narzędzi (noże z płytkami ze stopów spiekanych) jest 2—3 krotnie większe, niż przy tulejach o normalnej i równomiernej twardości.

Z wymienionych powodów niektóre odlewnie, chcąc uniknąć reklamacji ze strony zakładów mechanicznych, poddają tuleje o nierównomiernej twardości obróbce cieplnej, polegającej na wyżarzaniu w niskiej temperaturze 600—700 C lub też hartowaniu i odpuszczaniu.

Tuleje nie powinny posiadać żużla i zanieczyszczeń, utrudniających w dużym stopniu obróbkę mechaniczną.



Rys. 3. Tuleja (surowy odlew) na pierścienie

Wymiary kokili i ilość wlewanego materiału należy przyjmować tak, aby nadmiar przeznaczony na obróbkę mechaniczną wynosił 3—4 mm na stronę.

Rys. 3 przedstawia tuleję, przeznaczoną do wyrobu pierścieni o średnicy wewnętrznej 94 mm i zewnętrznej 100 mm.

Odbiór odlanych tulei

Analiza chemiczna

Pierścienie z każdego wytopu powinny być poddane analizie chemicznej, obejmującej wyznaczenie zawartości procentowej wszystkich składników, a więc również i manganu i krzemu.

Sprawdzenie wymiarów

W odlanych tulejach należy sprawdzić średnicę zewnętrzną i wewnętrzną, celem stwierdzenia, czy naddatki na obróbkę są odpowiednie.

Badanie twardości

Celem sprawdzenia *twardości* należy każdą tuleję zaszlifować w połowie jej długości (pożądane jest w dwóch miejscach) na głębokość 3—4 mm i mierzyć twardość na *aparacie Brinella* (średnica kulki 10 mm, obciążenie 3000 kG, czas 30 sek.).

Ogólnie przyjęte normy dla *pierścieni tłokowych samochodowych* wynoszą:

$$H_{B10/3000} = 285 — 229 \text{ kG/mm}^2,$$

co odpowiada średnicy odcisku kulki 3,6—4 mm.

Poszczególne zakłady (zależnie od warunków wykonania oraz rodzaju pierścieni) dopuszczają pewne odchyłki in plus lub in minus od wyżej podanych norm.

W tej operacji należy dodatkowo zwrócić uwagę, czy na powierzchni zewnętrznej tulei nie znajdują się miejscowe utwardzenia, zwane „wilkami".

Odnośnie tulei przeznaczonych do wyrobu *pierścieni lotniczych* warunki odbiorcze są zaostrzone, a mianowicie:

$$H_{B10/3000} = 285—245 \text{ kG/mm}^2$$

co odpowiada średnicy odcisku kulki 3,6—3,9 mm.

Poza tym każda tuleja, przeznaczona na pierścienie lotnicze, powinna być obcięta chociaż z jednego końca, jak to pokazano na rys. 3, przy czym należy sprawdzić twardość powierzchni czołowej w 4-ch miejscach, oraz powierzchni zewnętrznej w 2—3 miejscach.

Wszystkie wyniki powinny być zawarte w granicach wyżej podanych. Przedwojenne normy lotnicze wymagały dodatkowo określenia naprężenia rozrywającego, oraz współczynnika sprężystości podłużnej.

II. WYKONANIE PIERŚCIENI

Przebieg operacyj

Sposób wykonania pierścieni tłokowych zależy od składu i stanu parku obrabiarek oraz natężenia produkcji. W głównych zarysach przebieg operacji jest następujący:

1) toczenie zgrubne wewnątrz i zewnątrz,
2) toczenie na gotowo i obcinanie pierścieni,
3) dwustronne fazowanie brzegów otworu,
4) szlifowanie jednej strony czołowej (od strony obcięcia),
5) szlifowanie drugiej strony czołowej na wymiar,
6) frezowanie kanałków, lub wiercenie otworków oliwnych (operacja ta dotyczy tylko pierścieni - zgarniaczy),
7) rozcięcie pierścienia,
8) obróbka termiczna[2]) i próba sprężynowania,
9) trawienie i czyszczenie,
10) kontrola zamka i ewentualna poprawka,
11) szlifowanie zewnętrznej powierzchni cylindrycznej (w stanie ściśniętym),
12) usuwanie zadziorów, czyszczenie i t. p.

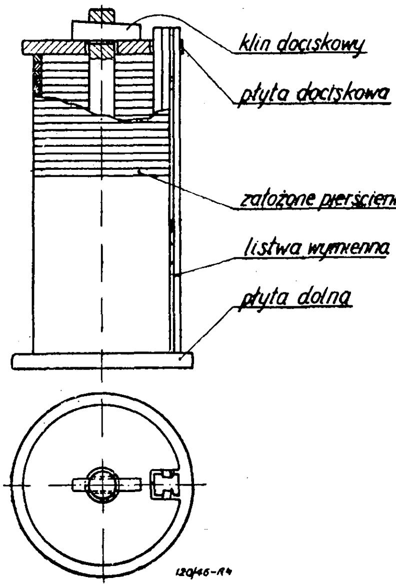
Obróbka cieplna pierścieni

Wymienione operacje nie wymagają specjalnych objaśnień. Rozpatrzymy tylko jedną z nich, która dla dalszej pracy pierścienia ma decydujące znaczenie, a mianowicie *obróbkę cieplną*. Operację tę możnaby również nazwać *starzeniem* pierścieni półgotowych w specjalnych warunkach. Pierścienie w zależności od ich średnicy, grubości oraz wymaganego sprężynowania zakłada się na oprawki o specjalnie dobranych wymiarach listew. (rys. 4).

Zakładanie pierścieni odbywa się w ten sposób, iż rozcięty pierścień rozchyla się na szerokość listwy i zakłada w przyrząd. Należy zwrócić uwagę na równoległe układanie pierścieni. Po wypełnieniu przyrządu, z góry nakłada się płytę, którą dociska się przy pomocy klina. Tak przygotowane oprawki zostają umieszczone w piecu o temperaturze 600—650C. Czas nagrzewania wynosi 2—3 godzin. Czas ogrzewania i wysokość temperatury, panującej w piecu, są zależne od materiału oraz warunków, jakim mają odpowiadać pierścienie. Po wyjęciu z pieca przeprowadza się studzenie w spokojnym powietrzu.

Próba sprężynowania pierścieni

Z każdej serii pierścieni należy pobrać kilka sztuk i przeprowadzić *próbę sprężynowania*. Próba polega na tym, że pierścień zamocowuje się w specjalnym przyrządzie i ściska się tak, aby szczelina zamka wyniosła ok. 0,10 mm. Wielkość obciążenia daje pojęcie o sprężynowaniu pierścienia, a więc i o docisku pierścienia do ścianek cylindra. Dodatkowo należy sprawdzić zmianę rozwartości zamka powstałą na skutek przeprowadzenia powyższej próby.



Rys. 4. Przyrząd do osadzania pierścieni tłokowych dla przeprowadzenia obróbki termicznej

Oczyszczanie pierścieni

Mechaniczne usuwanie zgorzeliny, powstałej na skutek działania wysokiej temperatury jest kłopotliwe, to też zabieg *oczyszczania pierścieni* przeprowadza się sposobem chemicznym, przez trawienie ich w 15 — 25% roztworze kwasu siarkowego, po czym następuje czyszczenie na metalowych szczotkach wirujących (n = 900—950 obr/min). Gotowe pierścienie poddaje się kontroli wymiarów i zbadaniu sprężynowania.

Tablica I

	Wytwórnia	Twardość pierść. H_B-kg/mm²	Sprężynow. kg	Rozwartość mm
zagraniczne	Ford	262 ÷ 235	4,3 ÷ 4,8	14
	Dodge	273 ÷ 240	4,4 ÷ 4,9	13 ÷ 14
	Chevrolet	255 ÷ 232	4,2 ÷ 4,7	13 ÷ 14
	Zis	275 ÷ 240	4,4 ÷ 5,0	15 ÷ 16
	Gaz	269 ÷ 235	2,9 ÷ 3,7	12
krajowe	Zis	262 ÷ 217	4,2 ÷ 4,8	15 ÷ 16
	Gaz	255 ÷ 217	3,5 ÷ 4,1	13 ÷ 14
	Chevrolet	248 ÷ 217	3,8 ÷ 4,5	12 ÷ 14
	Różne	248 ÷ 187	3,0 ÷ 4,5	—

---

[2]) Gdzieniegdzie na oznaczenie obróbki cieplnej pierścieni pokutuje jeszcze termin „fiksacja". Jest to wyjątkowy barbaryzm, którego należy unikać.

UWAGI KOŃCOWE

Niekiedy zachodzą wypadki, iż wykonane tuleje przeszły zwycięsko wszystkie próby odbiorcze, a pierścień założony do silnika, po krótkiej pracy „siadł" (słowo „siadanie pierścieni" oznacza zmniejszenie po pracy szczeliny zamka, co powoduje zmniejszenie docisku pierścienia do ścianki cylindra).

Przyczyny powyższego zjawiska mogą być następujące:

1) niewłaściwy skład chemiczny materiału,
2) nierównomierna twardość,
3) zła struktura materiału,
4) nieodpowiednia obróbka cieplna dla danego materiału.

Różne wytwórnie, szczególnie zagraniczne, drogą długoletnich doświadczeń doszły do doskonałych wyników w dziedzinie wyrobu pierścieni tłokowych.

Tablica I przedstawia wyniki badań pierścieni, wyrobu kilku przodujących wytwórń samochodowych. Do prób użyto pierścieni oryginalnych wykonanych przez fabryki zagraniczne, oraz zastępczych pierścieni wyrobu krajowego. Badanie twardości przeprowadzono w 9—10 miejscach na pierścieniu. Porównanie struktury żeliwa badanych pierścieni wykazało, że żeliwo pierścieni zagranicznych posiadało strukturę drobno ziarnistą, natomiast krajowe — gruboziarnistą. Ponadto pierścienie wyrobu krajowego wykazywały dążność do zmniejszenia rozwartości zamka po kilkakrotnym sprowadzaniu zamka do zera.

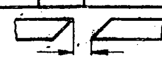
Oprócz badań wyżej opisanych przeprowadzono próby, które miały na celu stwierdzenie zmian własności pierścieni, a więc głównie sprężynowania oraz rozwartości zamka po pewnym czasie przebywania w stanie ściśniętym w temperaturze 250 C.

Warunki te odpowiadają w przybliżeniu tym, w jakich pierścień pracuje w silniku.

Tablica II podaje wyniki powyższych badań, przy czym dodatkowo podano pomiary twardości zarówno tulei, użytych do wyrobu pierścieni, jak i pierścieni gotowych oraz warunki w jakich przeprowadzono obróbkę cieplną.

Tablica II

Lp.	Twardość tulei surowej H_B-kg/mm²	Twardość wykonanych pierścieni H_B-kg/mm²	Szerokość listwy mm	Obróbka cieplna		Twardość po obróbce cieplnej H_B-kg/mm²	Rozwartość po obróbce cieplnej	Rozwartość po osadzeniu tulei na zimno i wyjęciu	Sprężynowanie kg	Pierścienie osadzone w tulei, rozwartość ∽0,1 mm							
				temp. C	czas godz.					temp. C	czas godz.	Po wyjęciu rozwartość mm	Po wyjęciu sprężyn. kg	temp. C	czas godz.	Po wyjęciu rozwartość mm	Po wyjęciu sprężyn. kg
1	197—212	192—212	16	620	2	167—179	14	10	4,0—4,4	250	5	5,0—5,5	3,0—3,5	250	10	4,0—5,0	2,8—3,0
2	204—229	212—235	16	620	2	192—217	14	10—11	4,0—4,5	250	5	6,0—6,5	3,2—3,6	250	10	5,0—6,0	3,0—3,4
3	229—241	223—248	16	620	2	212—229	14—15	12—14	4,3—4,9	250	5	8,5—9,5	4,2—4,7	250	10	7,5—8,5	4,1—4,5
4	235—255	235—262	16	620	2	223—241	15	13—14	4,5—5,1	250	5	9,0—10	4,3—4,8	250	10	8,0—9,0	4,2—4,6
5	241—262	248—269	16	620	2	229—255	15—16	14—15	4,8—5,3	250	5	9,0—11	4,6—5,0	250	10	9,0—10	4,4—4,8
6	255—277	262—285	16	620	2	241—262	15—16	14—15	5,0—5,4	250	5	9,5—11	4,8—5,1	250	10	9,0—10	4,7—5,0

Uwaga: Tuleje Lp. 1 i 2 specjalnie zostały wybrane do prób. Rozwartość mierzona jak na szkicu. 

Inż.-mech. *STANISŁAW KUNSTETTER*

SILNIK ASYNCHRONICZNY Z WIRNIKIEM ZWARTYM I JEGO ROLA W NAPĘDZIE OBRABIAREK

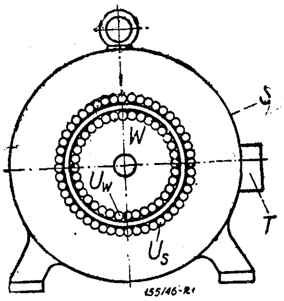
Pojęcia wstępne

Do napędu obrabiarek od dłuższego czasu powszechnie stosuje się *silniki elektryczne*. W ostatnim ćwierćwieczu nastąpiła pewna charakterystyczna ewolucja, zmieniająca wzajemny stosunek silnika i obrabiarki. Przed tym okresem przeważał *napęd grupowy*, — to znaczy większa ilość obrabiarek uruchamiana była przez jeden silnik za pośrednictwem pędni. Z kolei rozwinął się *napęd jednostkowy*, przy którym poszczególne obrabiarki wyposażone były we własne silniki. W ostatnich wreszcie czasach dochodzimy do t. zw. *napędów zelektryfikowanych*, gdzie nawet poszczególne ruchy robocze i posuwowe obsługiwane są przez oddzielne silniki.

Przy n a p ę d z i e g r u p o w y m *silnik elektryczny* odgrywał jedynie rolę źródła mocy, to też jedynymi wymaganiami były: ekonomiczność pracy, niezawodność działania i prostota obsługi. Obecnie przy n a p ę d a c h j e d n o s t k o w y c h, a zwłaszcza zelektryfikowanych silnik stał się organiczną częścią obrabiarki, to też znajomość podstaw jego działania, własności i możliwości wyzyskania staje się koniecznością dla każdego mechanika — warsztatowca.

W zależności od rodzaju prądu rozróżniamy *silniki na prąd stały* i *silniki na prąd zmien-*

ny, przy czym w związku z powszechnym zastosowaniem prądu zmiennego przeważają te ostatnie. Wśród silników na prąd zmienny trójfazowy rozróżniamy *silniki synchroniczne i silniki asynchroniczne*. Pierwsze z nich rzadko stosuje się do napędu obrabiarek.



Rys. 1. Budowa silnika asynchronicznego.

Zasada budowy *silników asynchronicznych* jest następująca: Stojan *S* (rys. 1) wypełniony jest cienkimi arkuszami blachy żelaznej w kształcie pierścieni. Na wewnętrznej powierzchni, utworzonego w ten sposób cylindra, znajduje się uzwojenie stojana U_s, wykonane dla trzech faz. Końce uzwojeń w liczbie sześciu doprowadzone są do odpowiednich zacisków na tabliczce *T*. Wewnątrz stojana znajduje się wirnik *W* z uzwojeniem U_w, osadzony na wale, spoczywającym w łożyskach silnika.

Przepływający przez uzwojenie stojana prąd zmienny wytwarza pole magnetyczne o prędkości wirowania, odpowiadającej ilości obrotów:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ obr/min}$$

gdzie:

f — częstotliwość prądu okr/sek.

p — ilość par biegunów uzwojenia (zależna od sposobu nawinięcia stojana)

Częstotliwość prądu została znormalizowana i wynosi u nas:

$$f = 50 \text{ okr/sek}$$

Ilość par biegunów wynosi zwykle:

$$p = 1 \div 6, \quad \text{najczęściej } p = 1 \div 3$$

Linie sił wirującego pola magnetycznego, przecinając uzwojenie nieruchomego wirnika wywołują prąd indukowany.

Prąd w uzwojeniu wirnika łącznie z wirującym polem magnetycznym stojana wywołuje moment obrotowy, wprawiający w ruch wirnik. Aby więc powstał moment obrotowy, musi w wirniku płynąć prąd; aby zaś wywołać prąd, wirnik musi się obracać z ilością obrotów nieco odmienną od pola magnetycznego stojana. Ilość obrotów wirnika określamy wzorem:

$$n_a = n_s (1 - s) = \frac{60 \cdot f}{p} (1 - s) \text{ obr/min}$$

gdzie *s* jest *poślizgiem* wirnika w stosunku do obrotów pola.

Dalszy podział silników asynchronicznych następuje ze względu na budowę wirnika; rozróżniamy tu *silniki zwarte* i *pierścieniowe*.

Najbardziej rozpowszechnionym do napędu obrabiarek jest *silnik z wirnikiem zwartym*; ten też typ bliżej omówimy.

Normalny *wirnik zwarty* składa się z pakietu cienkich blach żelaznych, osadzonych na wale silnika. Na zewnętrznym obwodzie blach wykonane są rowki, w których spoczywają pręty miedziane, połączone na obu końcach pierścieniami miedzianymi, tworząc w ten sposób jakby cylindryczną klatkę.

Charakterystyka silnika ze zwykłym wirnikiem zwartym

Własności silnika elektrycznego najlepiej można rozpatrzyć, posługując się wykresem, zwanym *krzywą charakterystyczną*, lub krótko *charakterystyką* silnika.

W wykresie tym przedstawiona jest zależność natężenia prądu *I*, przepływającego w uzwojeniu stojana, oraz momentu obrotowego *M* od ilości obrotów wirnika *n*.

Związek między momentem i mocą wyraża się wzorem:

$$M = 716{,}2 \frac{N}{n} \text{ kGm},$$

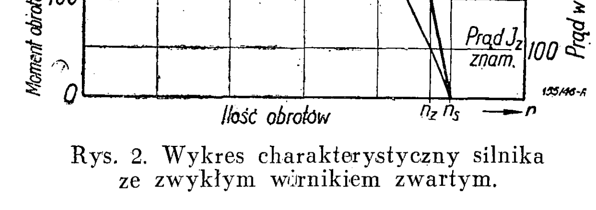
gdzie:

N — moc silnika w KM

n — ilość obrotów na min

Rozpatrzmy obecnie zależności, przedstawione na wykresie. Przy ilości obrotów n_z silnik pracuje pod obciążeniem normalnym; odpowiadają temu moment i prąd znamionowy (nominalny), oznaczone na osiach wykresu przez 100%. W chwili rozruchu ($n = 0$ — wirnik stoi) t. zw. *prąd rozruchowy* osiąga wartość około 700% prądu znamionowego, zaś moment rozruchowy ok. 150% momentu znamionowego.

W dalszym ciągu prąd stopniowo maleje i przy synchronicznej ilości obrotów n_s —



Rys. 2. Wykres charakterystyczny silnika ze zwykłym wirnikiem zwartym.

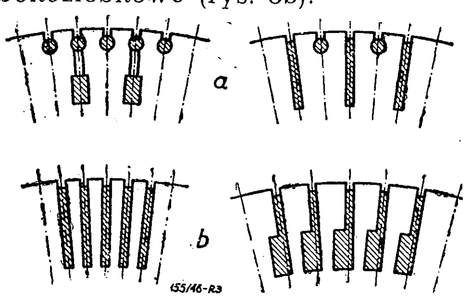
osiąga wartość zero; moment obrotowy natomiast początkowo rośnie do wartości maksymalnej wynoszącej około 250% M_z, aby potym szybko zmaleć do zera. Ten szybki spadek momentu w pobliżu obciążenia normalnego stanowi dużą zaletę silnika zwartego; własność ta powoduje bowiem niewielką zmianę ilości obrotów silnika w przypadku wahającego się obciążenia.

Przebieg rozruchu natomiast nie jest w tym typie silnika zbyt korzystny, na skutek zmiennej wartości momentu obrotowego i znacznego natężenia prądu rozruchowego. Moment rozruchowy nie jest zbyt duży; ma to zresztą dla obrabiarek mniejsze znaczenie, gdyż są one włączane zwykle bez obciążenia.

Silnik o specjalnym uzwojeniu wirnika

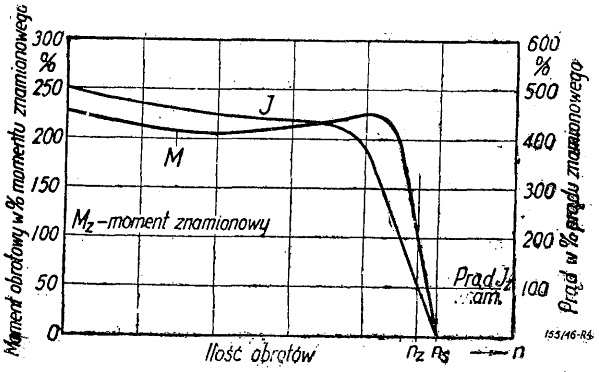
W ostatnich czasach szeroko się rozpowszechniają *silniki ze specjalnymi uzwojeniami wirnika*. Celem tych konstrukcyj jest uniknięcie wad silników ze zwykłymi wirnikami zwartymi, a więc dążenie do korzystniejszego przebiegu krzywej momentu obrotowego, przy równoczesnym zmniejszeniu prądu rozruchowego.

Wśród specjalnych wykonań najczęściej spotykamy *wirniki dwuklatkowe* (rys. 3a) i *głębokożłobkowe* (rys. 3b).



Rys. 3. Specjalne uzwojenie wirników: a) dwuklatkowe, b) głębokożłobkowe.

Korzystny wpływ tego rodzaju uzwojeń przedstawia wykres charakterystyczny z rysunku 4.



Rys. 4. Wykres charakterystyczny silnika z wirnikiem dwuklatkowym.

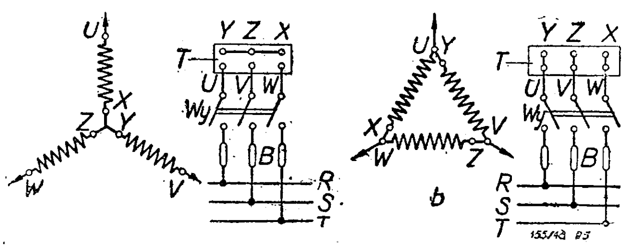
Prąd rozruchu został tu obniżony do ok. 500% przy równoczesnym wyrównaniu krzywej momentu obrotowego i wzroście momentu rozruchowego do wartości ponad 200% M_z.

Poza wymienionymi konstrukcjami uzwojeń wirnika spotkać można jeszcze inne rozwiązania (np. *wirnik trzyklatkowy)*; znajdują one jednak zastosowanie w silnikach wielkiej mocy, rzadko używanych do napędu obrabiarek.

Włączanie silnika do sieci

Mówiąc ogólnie *o włączaniu do sieci* silnika zwartego, rozróżniamy dwa sposoby: *włączanie bezpośrednie* i przy użyciu *przełącznika „gwiazda — trójkąt"*. Dążymy zawsze do włączania bezpośredniego gdyż jest to sposób najprostszy i najtańszy, nie może być jednak stosowany w przypadkach, gdy silnik ma moc kilku kilowatów, a sieć elektryczna jest wspólna dla siły i światła, gdyż duży prąd rozruchowy powoduje przygasanie lamp. Również jest to niedopuszczalne w przypadku, gdy sieć elektryczna jest wprawdzie oddzielna na siłę, lecz przewody zasilające posiadają zbyt małe przekroje. Przyjmujemy, że silnik z normalnym wirnikiem zwartym może być przyłączony bezpośrednio do sieci, o ile moc jego nie przekracza 1/20—1/25 całej mocy zainstalowanej.

Przy włączaniu bezpośrednim możemy uzwojenie stojana połączyć „w gwiazdę" (rys. 5a) lub „w trójkąt" (rys. 5b)—w zależności od sposobu połączenia zacisków na tabliczce rozdzielczej *T*. Decyzja, kiedy jakie połączenie należy zastosować, zależy od uzwojenia stojana i napięcia w sieci. Jeżeli mamy np. silnik o uzwojeniu 220/380 V (co możemy odczytać z tabliczki znamionowej przymocowanej do silnika), to do sieci o napięciu 220 V łączymy uzwojenie „w trójkąt", a do sieci o napięciu 380 V „w gwiazdę". Tak samo należy rozumować przy uzwojeniach 120/220 V lub 380/660 V.



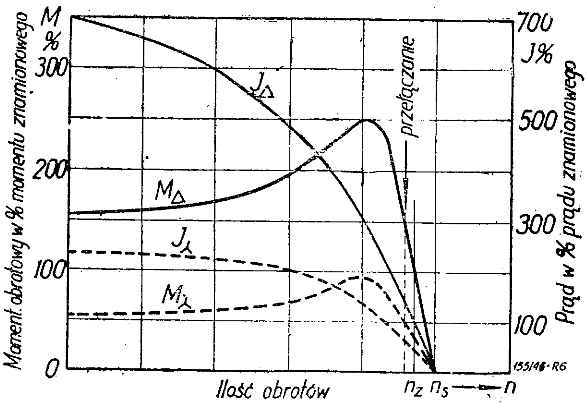
Rys. 5. Sposoby łączenia uzwojeń stojana: a) „w gwiazdę", b) „w trójkąt".

Po wykonaniu odpowiednich połączeń w uzwojeniu stojana musimy w dalszym ciągu zainstalować wyłącznik *Wy* i bezpieczniki *B*.

Podanie zasad racjonalnego zabezpieczenia silników i opis konstrukcji wyłączników wymagałby oddzielnego artykułu.

W przypadkach, gdy włączanie bezpośrednie jest, ze względu na wrażliwość sieci, nie-

możliwe, uciekamy się do sposobów, zmniejszających wielkość prądu rozruchowego. Najprostszym i najczęściej stosowanym jest użycie *przełącznika „gwiazda-trójkąt"*. Zasada jego pracy polega na tym, że przez odpowiednie łączenie zacisków silnika (porównaj rys. 5) uzyskujemy w momencie rozruchu układ uzwojeń stojana „w gwiazdę", który na okres normalnej pracy przełączamy „w trójkąt". Przez przełączanie „w gwiazdę" obniżamy napięcie na zaciskach silnika w stosunku $1 : \sqrt{3}$, powodując tym 3-krotne zmniejszenie prądu i momentu. Zmiany te najłatwiej zaobserwować na wykresie charakterystycznym (rys. 6), gdzie linie pełne odnoszą się do połączenia „w trójkąt", a przerywane do połączenia „w gwiazdę". Na podkreślenie zasługuje niska wartość momentu rozruchowego przy połączeniu „w gwiazdę" wynosząca ok 50% M_z, w związku z czym rozruch przełącznikiem „gwiazda-trójkąt" może być stosowany tylko do obrabiarek o bardzo małych oporach przy uruchamianiu. Przełączanie z układu „gwiazdy" w „trójkąt" odbywa się zazwyczaj w pobliżu normalnej liczby obrotów silnika (rys. 6).



Rys. 6. Wykres charakterystyczny silnika, ze zwykłym wirnikiem zwartym, uruchamianego przełącznikiem „gwiazda — trójkąt".

Pamiętać należy, że przy użyciu przełącznika, silnik o uzwojeniu stojana np. na napięcie 220/380 V może być włączony tylko do sieci o napięciu 220 V.

Hamowanie silnika

W dążeniu do zmniejszenia czasu obróbki bardzo ważnym czynnikiem jest możliwe skrócenie czasu, potrzebnego dla zatrzymania obrabiarki.

Zadaniem silnika w nowoczesnych obrabiarkach jest szybkie zatrzymanie wszystkich będących w ruchu części obrabiarki i silnika.

Stosuje się tu kilka sposobów:

a) *hamowanie przeciwprądem* polega na przełączeniu dwu przewodów doprowadzających prąd do silnika. Powstające nowe pole stojana wiruje w przeciwnym kierunku, wywołując tym moment hamujący.

b) *hamowanie za pomocą prądu stałego.* W obwód stojana, po wyłączeniu dopływu prądu zmiennego, włączamy prąd stały, wytwarzający stojące pole magnetyczne. Pole to wywiera na obracający się w nim wirnik moment hamujący.

c) *hamowanie mechaniczno - elektryczne* z użyciem zaciskanych sprężyną hamulców, które są luzowane w momencie włączania silnika za pośrednictwem t. zw. *luzowników.*

d) stosowanie silnika z wbudowanym wewnątrz hamulcem, uruchamianym sprężyną w momencie wyłączania dopływu prądu.

Zmiana kierunku obrotów

Prawie we wszystkich obrabiarkach, a przede wszystkim w wiertarkach, tokarkach, frezarkach, gwinciarkach zachodzi często potrzeba zmiany kierunku obrotów wrzeciona, czy kierunku posuwu. W dawniejszych obrabiarkach wykonywano to przy pomocy urządzeń mechanicznych, a więc sprzęgieł, lub kół zębatych przesuwnych. Obecnie w dążeniu do coraz dalej idącej elektryfikacji obrabiarek, również i tę czynność przenosimy na silnik elektryczny.

Zmiana kierunku obrotów silnika zwartego następuje, podobnie jak przy hamowaniu przeciwprądem, dzięki przełączeniu dwu przewodów doprowadzających prąd. W praktyce pewnym utrudnieniem jest tu znaczna ilość ciepła, wywiązująca się przy przełączaniu silnika, a oddziałująca niekorzystnie na uzwojenia. Zjawisko to staje się tym dokuczliwsze, im częściej następują zmiany kierunku. Jako środki zaradcze stosuje się izolacje uzwojeń bardziej odporne na wysokie temperatury (azbest) i używanie silników z wbudowanymi wentylatorami, napędzanymi oddzielnymi silnikami małej mocy.

Tablica I

Synchroniczne ilości obrotów silników wielobiegowych

2 biegi	ilość par biegunów p	4 — 2	2 — 1
	obroty synchroniczne n_s . .	750/1500	1500/3000
3 biegi	ilość par biegunów p	4 — 3 — 2	4 — 2 — 1
	obroty synchroniczne n_s . .	750/1000/1500	750/1500/3000
4 biegi	ilość par biegunów p	6 — 4 — 3 — 2	4 — 3 — 2 — 1
	obroty synchroniczne n_s . .	500/750/1000/1500	750/1000/1500/3000

Regulacja ilości obrotów

Powszechnie stosowanym sposobem *regulacji ilości obrotów* silników z wirnikami

zwartymi jest zmiana ilości biegunów przez odpowiednie przełączanie uzwojenia stojana. Jest to więc regulacja skokami, przy czym ilość biegów wynosi najczęściej 2, 3 lub 4; spotkać jednak można nawet 5 lub 6. Silniki tego typu noszą nazwę *wielobiegowych.*

Najczęściej stosowane ilości obrotów *silników wielobiegowych* podane są w tablicy I.

Ogólna ocena silników zwartych

Jak widzimy z dokonanego przeglądu *silniki asynchroniczne z wirnikiem zwartym* wykazują, w odniesieniu do napędu obrabiarek szereg cennych właściwości, a mianowicie: małą wrażliwość na zmienność obciążenia (obroty silnika zmieniają się nieznacznie przy zmianie obciążenia); rozruch silnika jest zadawalający (zwłaszcza przy specjalnym uzwojeniu wirnika); możność uzyskania w stosunkowo prosty sposób kilku ilości obrotów silnika; wszystko to, w połączeniu z dobrą sprawnością i wysokim współczynnikiem mocy (cos φ) powoduje, że olbrzymia większość silników stosowanych do napędu obrabiarek, zalicza się do omawianego typu.

Na zakończenie dodać jeszcze należy, że cena ich, w porównaniu z innymi silnikami jest niska; budowa prosta, obsługa nie nastręcza trudności, zaś zużycie silnika jest małe (brak szczotek i pierścieni ślizgowych lub kolektorów).

Mgr fil. TADEUSZ SKALIŃSKI

DZIEJE SKRAPLANIA GAZÓW

Wśród olbrzymiej rozmaitości otaczających nas ciał materialnych, można przeprowadzić podział z uwagi na ich stan skupienia, na *ciała stałe, ciekłe* i *gazowe.* Dla szeregu spośród nich, proces zmiany stanu skupienia jak np. topnienie lodu lub parafiny, czy parowanie wody lub eteru jest zjawiskiem często przez nas obserwowanym i dobrze znanym. Dla wielu jednak ciał warunki fizyczne, w jakich ten proces zachodzi, są tak odmienne od warunków nas otaczających, i tak przy tym trudne do wywołania, że może być on przeprowadzony tylko w laboratorium przy pomocy specjalnych i bardzo nieraz złożonych urządzeń.

Przez analogię ze zjawiskiem skroplenia pary wodnej, które można osiągnąć zarówno przez jej sprężanie jak i przez oziębianie, uczeni od dawna próbowali, stosując te same metody, skraplać substancje występujące w zwykłych warunkach w stanie gazowym, uważając je zupełnie słusznie za nienasycone pary pewnych cieczy.

Już *Lavoisier* (1743 — 1794) przewidywał, że znaczne oziębienie powietrza atmosferycznego (jak pisał — wskutek przeniesienia globu ziemskiego w okolice Jowisza lub Saturna), powinnoby spowodować skroplenie gazowych składników atmosfery. Jednak w owym czasie znano mało zjawisk, które mogłyby stanowić doświadczalne potwierdzenie tego śmiałego poglądu.

Pomijając odosobnione prace z tej dziedziny, dopiero działalność naukowa *Faradaya* rozpoczyna cykl systematycznych *badań nad skraplaniem gazów.* Sprężając gazy i oziębiając je znacznie udało się *Faradayowi* skroplić prawie wszystkie te, które znane były podówczas (dwutlenek węgla, chlor, chlorowodór i wiele innych).

Pomimo stosowania dużych ciśnień (rzędu kilkudziesięciu atmosfer) i obniżenia temperatury do —110 C nie udało się *Faradayowi* skroplić ani wodoru ani głównych składników powietrza — tlenu i azotu. Przy omawianiu jednak wyników swych doświadczeń wypowiada *Faraday* słuszne przypuszczenie, że widocznie ochłodzenie tych gazów do —110 C jest jeszcze zbyt małe, by mogło przy nim nastąpić skroplenie.

Prace *Faradaya* przyniosły również ważne zdobycze w dziedzinie doświadczalnej. Sposób obniżania temperatury, polegający na wyzyskiwaniu oziębiającego działania mieszaniny stałego dwutlenku węgla i eteru, parujących pod zmniejszonym ciśnieniem znalazł później piękne i szerokie zastosowania [1].

Po *Faradayu* dalsze badania podjęte zostały przez Anglika *Andrewsa,* który wyniki swych doświadczeń zebrał w rozprawie ogłoszonej w roku 1869. Analizując przyczyny nieudałych prób skroplenia tlenu i azotu, prowadzi *Andrews* szczegółowe badania przebiegu skroplenia dwutlenku węgla w zależności od jego temperatury. Wyniki, do jakich doszedł, stanowią podstawę dalszych badań.

Jak wiadomo w temperaturze 0 C dwutlenek węgla łatwo się skrapla pod ciśnieniem 35 atmosfer. W miarę jednak podnoszenia się jego temperatury, ciśnienie konieczne do wywołania skroplenia wzrasta. Szcze-

[1] Gdy z ponad powierzchni cieczy usuwamy bardzo szybko jej pary, wówczas szybkość parowania tej cieczy bardzo silnie wzrasta. W braku innych źródeł ciepła, parowanie odbywa się kosztem ciepła, pobieranego przez parę z samej cieczy, której temperatura wskutek tego opada. Zjawisko to można zilustrować efektownym doświadczeniem, w którym woda zamknięta w naczyniu połączonym z szybkossącą pompą próżniową zaczyna w temperaturze pokojowej wrzeć, temperatura jej obniża się przy tym, wreszcie woda wrząc nieustannie zestala się w lód.

gólnie dokładnie badał *Andrews* zachowanie się dwutlenku węgla w pobliżu temperatury 88° F (t. j. ok. 31,3 C). Przy zbliżaniu się do tej temperatury (od strony temperatur niższych), wyraźnie zaznaczająca się różnica pomiędzy skroplonym i gazowym dwutlenkiem węgla, stopniowo zacierała się, by wreszcie po jej przekroczeniu zaniknąć zupełnie. Nawet tak olbrzymie ciśnienia jak 400 atmosfer nie doprowadziły do pojawienia się choćby śladów ciekłego CO_2.

Ze zjawiska tego wyciąga *Andrews* ważne wnioski. Każdy gaz posiada charakterystyczną dla siebie temperaturę, t. zw. temperaturę krytyczną, powyżej której, nie może nawet działaniem największych ciśnień zostać skroplony. Chociaż ostrożność w formułowaniu zbyt daleko idących wniosków nie pozwoliła *Andrewsowi* na uogólnienie swego odkrycia na gazy opierające się do owego czasu próbom skroplenia, jednak wyniki jego rozważań wskazały drogę po której należy kroczyć w dalszych badaniach nad skraplaniem gazów.

Dalsze prace nad skraplaniem gazów podjęło niezależnie od siebie dwiema różnymi metodami, dwóch uczonych: Francuz *Cailletet* i Szwajcar *Pictet.*

Metoda doświadczalna *Picteta,* piękna w pomyśle, nawiązywała do metody obniżania temperatur zastosowanej przez *Faradaya.* Jednak zamiast stosować oziębianie przy pomocy jednej tylko cieczy szybko parującej, stosuje on „kaskadę" polegającą na tym, że przy użyciu gazu już skroplonego pod dużym ciśnieniem i następnie szybko odparowywanego, obniża się temperaturę tak, by móc skroplić chłodzony gaz inny, o niższej temperaturze wrzenia. Z tym drugim gazem postępuje *Pictet* tak samo, chłodząc nim gaz trzeci — którym z kolei jest już gaz poddawany skropleniu. Pierwszym z gazów w „kaskadzie" *Picteta* był dwutlenek siarki, drugim dwutlenek węgla, trzecim wreszcie tlen. W ten sposób *Pictet* mógł osiągnąć temperaturę —119,5 C (t. j. nieco niższą od temperatury krytycznej tlenu), wystarczającą już do jego skroplenia pod ciśnieniem około 200 atmosfer.

Jednakże interpretacja otrzymanych przez *Picteta* wyników była w znacznej mierze błędna j. np. rzekome skroplenie wodoru w temperaturze —140 C i opis jego własności w tym stanie, lub otrzymanie zestalonego tlenu. O tym ostatnim wywnioskował *Pictet* z zatkania się rury, która dopływał tlen, co zapewne spowodowane było przez zestalone zanieczyszczenia znajdujące się w tlenie. Wielką natomiast wartość posiada stwierdzenie faktu znacznego oziębienia się tlenu, który rozprężał się, wypływając z rury na zewnątrz, przez otwór zamykany na czas sprężania i chłodzenia zaworem. To ochładzanie się gazu przy rozprężeniu stwierdzone w tym samym czasie niezależnie od *Picteta* przez *Cailleteta,* stanowiło ważną własność wyzyskaną w późniejszych pracach nad skraplaniem gazów [2]).

W każdym razie jakkolwiek *Pictet* zawiadomił Francuską Akademię Nauk, że w dniu 22 grudnia 1877 roku dokonał skroplenia tlenu, jednak tlen w stanie ciekłym był wytworzony w urządzeniu doświadczalnym na bardzo krótki czas i nie mógł być zebrany w większej ilości. Dlatego też i opis własności tlenu podany przez *Picteta* odbiega znacznie od rzeczywistości.

Nieco wcześniej bo 2 grudnia tegoż roku wpłynęło do Akademii pismo *Cailleteta* o wynikach jego badań nad skropleniem tlenu.

Doświadczenia *Cailleteta* prowadzone były inną metodą niż *Picteta.* Polegały one na tym, że tlen silnie sprężony i ochłodzony ciekłym etylenem poddawany był (wewnątrz rurki) szybkiemu rozprężeniu. W tym momencie w rurce pojawiała się mgła, albo na krótki moment wrząca ciecz. Jednak ani ciekły tlen nie mógł być zaobserwowany przez czas dłuższy, ani tym bardziej nie mógł być zebrany w większej ilości.

Ukoronowaniem tego długiego łańcucha wysiłków było otrzymanie tlenu i azotu w stanie wyraźnie ciekłym, zebranie tych cieczy w większych ilościach zestalenie siarczku węgla, alkoholu, tlenu i azotu przez dwóch polskich uczonych — profesorów Uniwersytetu Krakowskiego — *Zygmunta Wróblewskiego* i *Karola Olszewskiego.*

Metoda użyta przez *Wróblewskiego* i *Olszewskiego* łączyła zalety metod *Cailleteta* i *Picteta.* Z metody *Picteta* zastosowano chłodzenie skraplanego gazu ciekłym etylenem parującym w próżni. Dzięki temu można było osiągnąć temperaturę —136 C, a więc znacznie niższą od temperatury krytycznej tlenu. W tej temperaturze wystarczyło ciśnienie dwudziestu kilku atmosfer, by otrzymać tlen w postaci wyraźnie skroplonej. Jednak dla azotu oziębienie do —136 C okazało się jeszcze zbyt małe (temperatura krytyczna azotu równa jest —140 C), i tu *Wróblewski* i *Olszewski* wyzyskali doświadczenie *Cailleteta.* Azot, oziębiony pod ciśnieniem 150 atmosfer do temperatury —136 C, poddawali znacznemu rozprężeniu (do 50 atmosfer). W ten sposób mogli na czas krótki otrzymać azot w postaci wyraźnej cieczy. Jednak parowanie azotu w tych warunkach było bardzo silne i po kilku sekundach ciecz znikała. Na utrzymanie jej

[2]) Zjawisko oziębiania się gazów rzeczywistych przy ich silnym rozprężaniu nosi nazwę *zjawiska Thomsona-Joule'a* od nazwisk uczonych, którzy je odkryli i zbadali.

przez czas dłuższy należało obmyśleć sposoby chłodzenia do jeszcze niższych temperatur.

Dalsze prace krakowskich uczonych polegały na badaniu własności skroplonych przez nich gazów (dokładne wyznaczenie przez nich temperatury i ciśnienia krytycznego), i na dążeniu do osiągania coraz to niższych temperatur, w celu skroplenia wodoru, jedynego ze znanych podówczas gazów, który opierał się próbom skroplenia.

Dysponując skroplonym tlenem i azotem można było włączyć je do *kaskady Picteta,* osiągając przy pomocy szybko odparowywanego tlenu temperaturę niższą od temperatury krytycznej azotu. Na azocie jednak łańcuch się urywa, ponieważ najniższa temperatura, jaką można osiągnąć w ten sposób, wynosi —219 C; taka jest bowiem temperatura krzepnięcia azotu. Osiągnął ją w roku 1905 *Olszewski,* zestalając azot i szereg innych ciał. Tymczasem temperatura krytyczna wodoru wynosi, jak się to później okazało —240,8 C, czyli jeszcze znacznie niżej niż temperatura, jaką osiągnął w swoich doświadczeniach *Olszewski.*

Równocześnie z tymi badaniami *Hampson* i *Linde* opracowali piękne w pomyśle urządzenie do skraplania powietrza w skali technicznej. Urządzenie to nie wymaga żadnego chłodzenia wstępnego powietrza, które poddajemy skropleniu. Zasadniczą jego częścią jest wężownica o podwójnych ścianach (rurka wewnętrzna posiada średnicę znacznie mniejszą od rurki zewnętrznej). Do tej wewnętrznej rurki sprężarka wtłacza powietrze pod ciśnieniem 200 atmosfer. Po dojściu do zbiornika, do którego wprowadzone jest zakończenie rurki, powietrze podlega gwałtownemu rozprężeniu (do ciśnienia ok. 20 atmosfer) i wskutek zjawiska *Thomsona - Joule'a* oziębieniu[3]). Ze zbiornika ochłodzone powietrze odpływa przez zewnętrzną rurę wężownicy, ochładzając w ten sposób nowe ilości powietrza dopływającego. To ostatnie ochłodzone już przed rozprężeniem osiągnie po nim temperaturę niższą niż poprzednio. W ten sposób temperatura powietrza będzie stale malała i po przekroczeniu temperatury krytycznej i dojściu do temperatury wrzenia pod odpowiednim ciśnieniem powietrze zacznie się skraplać.

Powietrze skroplone jest to ciecz barwy niebieskawej. Skład jego jest nieco inny niż powietrza w stanie gazowym (ok. 50% tlenu), a to dzięki temu że z wrzącej masy powietrza skroplonego paruje przede wszystkim azot, którego temperatura wrzenia jest znacznie niższa od temperatury wrzenia tlenu. Dzięki temu ze skroplonego powietrza otrzymać możemy w dużych ilościach tlen do celów technicznych.

Bezpośrednie zastosowanie metody *Hampsona - Lindego* do skroplenia wodoru nie dało jednak wyników. Wodór jest wyjątkiem i w zwykłej temperaturze rozprężanie jego ma efekt przeciwny, wywołuje mianowicie wzrost temperatury gazu. Jednakże badania *Olszewskiego* wykazały, że ta wyjątkowa własność wodoru znika w temperaturach niższych od —80,5 C (ta temperatura nosi nazwę *punktu inwersji).* Opierając się na tym wyniku udało się angielskiemu fizykowi *Dewarowi* osiągnąć skroplenie tego gazu przez rozprężanie go po uprzednim oziębieniu.

Pokonując bardzo wielkie trudności (podobne jak dla wodoru), udało się w roku 1908 *Kamerlingh - Onnesowi* skroplić hel ostatni z nieskroplonych dotąd gazów, odkryty na 13 lat przed skropleniem. Temperatura krytyczna helu wynosi —267,8 C. Ponieważ jednak hel podobnie jak i wodór ogrzewa się przy rozprężaniu, a inwersja zachodzi dopiero przy —240 C, trzeba było zastosować do metody *Hampsona-Lindego* chłodzenie wstępne przy pomocy skroplonego wodoru, odparowywanego pod zmniejszonym ciśnieniem. Temu samemu badaczowi udało się w roku 1926 przez odparowywanie skroplonego helu zestalić go pod ciśnieniem 26 atmosfer w temperaturze —271,96 C, czyli $1,14^0$ w skali bezwzględnej.

Trudnym zagadnieniem doświadczalnym, jakie wystąpiło w pracach nad skraplaniem gazów, jest zagadnienie pomiaru temperatury. Łatwo sobie wyobrazić, że wszystkie termometry wypełniane cieczami nie będą się nadawać do tych pomiarów (termometr wypełniony dwusiarczkiem węgla może być używany do temperatur wyższych od —112 C, taka jest bowiem temperatura krzepnięcia cieczy termometrycznej). Jeszcze przy skraplaniu tlenu mogli *Olszewski* i *Wróblewski* posługiwać się termometrem gazowym wypełnionym wodorem, jednak już wówczas nasunęła się konieczność szukania innych metod pomiaru temperatury. Po krótkotrwałym zastosowaniu termometru termoelektrycznego, zastosowano obmyślony przez *Augusta Witkowskiego* termometr oporowy, zbudowany na zasadzie zmiany oporu elektrycznego wraz z temperaturą.

Wzrastające w ostatnich czasach zapotrzebowanie na produkty otrzymywane ze skroplonego powietrza (tlen do płomienia spawalniczego, do wzbogacania powietrza przy procesach spalania i przy wielu procesach metalurgicznych, azot do fabryk przemysłu chemicznego — w szczególności do wytwórni nawozów azotowych), wysunęło ważną kwestię ekonomii technicznego przepro-

[3]) Ponieważ oziębienie przy rozprężaniu wynosi ok. 0,25 C na 1 atm. spadku ciśnienia, przeto powietrze wychodzące z wężownicy doznaje oziębienia o mniej więcej 45 C, co odpowiada różnicy ciśnień 180 atm.

wadzenia procesu skraplania powietrza, zużycie bowiem gazów tą drogą otrzymanych mierzy się obecnie dziesiątkami tysięcy metrów sześciennych na godzinę.

Z tego punktu widzenia klasyczna metoda *Hampsona-Lindego* daleka jest od doskonałości, bowiem sprawność najbardziej nowoczesnych urządzeń technicznych tego typu jest rzędu 0,15 — 0.20 (to znaczy tylko 15 do 20% dostarczonej energii zużyte jest na właściwy proces skraplania, reszta rozprasza się na nieużyteczne straty).

W pięknej rozprawie ogłoszonej w roku 1939 jeden z czołowych rosyjskich fizyków *Kapica* poddaje gruntownej analizie teoretycznej proces, będący podstawą technicznej metody *Hampsona-Lindego* wykazując, że we wszelkich urządzeniach tego typu pracujących przy zastosowaniu bardzo silnego sprężenia wstępnego gazu skraplanego (200 Atm), straty energii muszą być znacznie większe, niż w przypadku urządzeń o znacznie mniejszym sprężeniu wstępnym.

Przy budowie obmyślonej przez *Kapicę* skraplarki, pracującej przy bardzo niewielkim sprężeniu wstępnym, zastosowany jest całkiem nowy pomysł wprowadzenia skraplanego gazu (celem jego silniejszego oziębienia), jako ciała roboczego do silnika cieplnego. W ten sposób gaz na drodze do skroplenia wykonuje pracę zewnętrzną kosztem swej energii wewnętrznej i oziębia się silniej niż przy zwykłym rozprężeniu do ciśnienia atmosferycznego. Oczywiście zwykły silnik tłokowy pracujący w tak niskich temperaturach nie nadaje się do tego celu zupełnie, chociażby ze względu na niemożliwość znalezienia smarów, zdatnych do użycia w tak niskich temperaturach. Dlatego też stosuje tu *Kapica* wysokoobrotową turbinę reakcyjną. Powietrze — oziębiane w chłodnicy wstępnej, pod ciśnieniem 5 do 6 Atm. wtłaczane było do turbiny, wprawiając ją w obrót z prędkością 40000 — 42000 obr/min. (szybkość maksymalna turbiny wynosiła 60000 obr./min.). Jako skutek pracy wykonanej, następowało dalsze oziębienie się powietrza. (Gdy po wprawieniu skraplarki w ruch ustaliły się odpowiednie temperatury, powietrze wchodzące do turbiny posiadało temperaturę — 155° C a wychodzące z niej — 187° C). Oziębienie to jest wystarczające by skroplić pewną ilość powietrza sprężonego przy wejściu do skraplarki i doprowadzonego do przestrzeni, w której następuje skraplanie z pominięciem turbiny. Zimne powietrze wychodzące użyte było do oziębiania powietrza dopływającego (w chłodnicy wstępnej).

Tego typu urządzenia (oczywiście w praktyce o wiele bardziej złożone, niż naszkicowany tu schemat), posiadało sprawność rzędu 0,8 a więc kilkakrotnie większą niż urządzenia dotychczasowe. Niezbyt wielka skraplarka tego typu, zbudowana dla wypróbowania działania, dostarczała w ciągu godziny 29 — 30 kg powietrza skroplonego przy ogólnym przepływie ok. 600 m³. Produkcja rozpoczynała się w mniej więcej 20 minut po puszczeniu skraplarki w ruch. W przeciągu 12 godzin nieustannego działania, nie zauważono żadnej zmiany w działaniu maszyny. Jej wymiary zewnętrzne są 5 — 6 razy mniejsze od wymiarów instalacji wysokoprężnej o tej samej wydajności.

Należy oczekiwać, że wobec niewątpliwych zalet skraplarek tego typu stanowić mogą one groźną konkurencję dla maszyn wysokoprężnych.

Od rozpoczęcia prac nad skraplaniem gazów przez *Faradaya* do dnia zestalenia helu przez *Kamerlingh - Onnesa* upłynęło sto lat. W ciągu tego czasu badania nad przeprowadzeniem skroplenia i zestalenia gazów zostały pomyślnie zakończone i cel tych zadań osiągnięty. Badania te otworzyły fizyce nowe, nieznane dotąd horyzonty. Zaczęto badać własności ciał w najniższych temperaturach i odkryto nowe nieznane przed tym zjawiska (np. zjawisko nadprzewodnictwa elektrycznego), pozwalające lepiej wniknąć w tajniki budowy materii. Również i technika wiele zawdzięcza wynikom tych badań. Cała nowoczesna technika chłodnicza, otrzymywanie tlenu do celów technicznych w wielkich ilościach, oto obok wielkich zdobyczy naukowych, praktyczne owoce stuletniej pracy uczonych w tej dziedzinie.

JÓZEF SZREJDER, starszy kalkulator

KALKULACJA ROBÓT PRZY OBSŁUDZE KILKU OBRABIAREK

Przy opracowaniu produkcji na warsztat kierujemy się przede wszystkim koniecznością wykonania przedmiotu zgodnie z wymaganiami rysunków konstrukcyjnych poszczególnych jego części, oraz względami montażowymi, wynikającymi z rysunków zestawieniowych całego przedmiotu i współpracujących z sobą zespołów konstrukcyjnych.

Nie mniej ważnym zagadnieniem jest wykonanie danego zamówienia tanio; tego wymaga bowiem rentowność przedsiębiorstwa.

Roboty, wydawane na warsztat do obróbki mechanicznej, możemy podzielić na roboty wykonywane przez jednego rzemieślnika równocześnie na jednej lub kilku obrabiarkach.

W przypadku obsługi paru obrabiarek przez

jednego rzemieślnika musimy zważać na odpowiedni dobór robót tak, aby przez łączenie ich uzyskać usprawnienie produkcji. Zagadnienie to staje się niezwykle doniosłe przy produkcji wzmożonej.

Zanalizujmy dla przykładu czynności gwintowania śrub na gwinciarce dwuwrzecionowej. Prosty ten przykład ułatwi czytelnikowi obliczenie i porównanie czasów wykonania przedmiotu przy obsłudze dwu lub trzech obrabiarek.

Przykład 1.

Mamy nagwintować 1000 śrub M 8 × 1,25 o długości gwintu l = 24 mm, z materiału prętowego o wytrzymałości

R_r = 60 kG/mm² [1]),

narzynkami ze stali szybkotnącej.

Czas gwintowania jednej śruby wynosi:

$$T_1 = t_m + t_p$$

przy czym:

t_m — oznacza czas maszynowy
t_p — sumę czasów pomocniczych.

Czasy te wyrażamy z reguły w minutach.

Całkowitą robotę rozkładamy na następujące czynności:

1) cofnięcie suportu i zdjęcie przedmiotu . . . . . . 0,04 min
2) zamocowanie następnej sztuki 0,06 „
3) dostawienie suportu . . . 0,02 „
Suma czasów pomocniczych t_p = 0,12 min
4) gwintowanie.

Czas maszynowy wyrażamy wzorem:

$$t_m = \frac{\pi \,.\, d \,.\, l}{1000\, v . s} \text{ min,}$$

w którym:

d — oznacza średnicę śruby w mm,
l — długość części nagwintowanej w mm,
v — prędkość skrawania w m/min,
s — skok gwintu w mm.

Wstawiając wartości liczbowe

$$d = 8 \text{ mm} \quad l = 24 \text{ mm} \quad s = 1{,}25 \text{ mm}$$
$$v = 4 \text{ m/min}$$

otrzymamy:

$$t_m = \frac{\pi \,.\, 8 \,.\, 24}{1000 \,.\, 4 \,.\, 1{,}25} = 0{,}12 \text{ min}$$

W przykładzie powyższym otrzymaliśmy $t_p = t_m$, to znaczy, że w czasie gwintowania jednej sztuki na maszynie rzemieślnik zdąży wykonać wszystkie ręczne czynności, związane z wykonaniem drugiej sztuki.

Czas więc, który powinniśmy wyznaczyć na wykonanie jednej śruby, będzie równy

$$T_1 = \frac{t_p + t_m}{2} \,.\, K \qquad t_p = t_m$$

przy czym K jest to współczynnik uwzględniający straty czasu. Współczynnik ten jest zawsze:

$$K > 1$$

Jasną jest ponadto rzeczą, że przerwy w robocie odbiją się w większym stopniu na ilości wykonanych sztuk przy gwintowaniu na gwinciarce dwuwrzecionowej; o ile więc przyjmiemy przy robocie na gwinciarce jednowrzecionowej współczynnik strat K = 1,2, to dla naszego przykładu musimy przyjąć K = 1,35.

Czas nagwintowania jednej śruby dla przykładu 1-go wyniesie:

$$T_1 = \frac{0{,}12 + 0{,}12}{2} \,.\, 1{,}35 = 0{,}162 \text{ min.}$$

Gwintowanie 1000 sztuk . . .	162 min
Przygotowanie maszyny (dla obu wrzecion)	48 „
Razem	210 min

Przykład 2.

Pozostawiamy wszystkie dane z pierwszego przykładu z wyjątkiem długości gwintu, którą przyjmujemy l = 12 mm.

Otrzymamy:

$$t_p = 0{,}12 \text{ min} \qquad t_m = 0{,}06 \text{ min.}$$

W drugim przykładzie obrabiarka nie jest całkowicie wyzyskana tak jak w pierwszym, gdyż suma czasów pomocniczych t_p jest większa od czasu maszynowego t_m — i gdy rzemieślnik będzie zajęty przy pierwszym wrzecionie t_p minut, drugie będzie nieczynne przez $t_p - t_m$ minut.

Dla drugiego przykładu czas wykonania T_1 wyniesie:

$$T_1 = t_p\, K$$

przy czym

$$t_p > t_m \,,$$

a K będzie mieć tę samą wartość jak dla przykładu pierwszego, gdyż przerwy w pracy jednakowo się odbiją na ilości wykonanych sztuk.

$$K = 1{,}35$$

Przykład 3.

Przyjmujemy wszystkie dane z pierwszego przykładu z wyjątkiem długości gwintu

$$l = 48 \text{ mm}$$

[1]) R_r — oznacza wytrzymałość materiału na rozciąganie.

Czasy

$t_p = 0{,}12$ min $\quad t_m = 0{,}24$ min.

W trzecim przykładzie obrabiarka jest wyzyskana całkowicie, gdyż czas maszynowy t_m jest większy od sumy czasów pomocniczych t_p; gdy więc jedna głowica będzie w ruchu t_m minut, to przy drugiej rzemieślnik będzie czekał $t_m - t_p$ minut.

Dla trzeciego przykładu czas wykonania T_1 wyniesie

$$T_1 = \frac{t_p + t_m}{2} K; \quad t_m > t_p$$

przyjmujemy $K = 1{,}26$ gdyż na sumę strat będą się składały tylko przerwy w robocie związane z zatrzymaniem maszyny, straty zaś w czynnościach obejmujących czas t_p będą już mniejsze $\left(\text{zależnie od stosunku } \frac{t_m}{t_p}\right)$.

Dla ułatwienia obliczeń możemy korzystać przy przyjmowaniu współczynnika K z następującej tabelki.

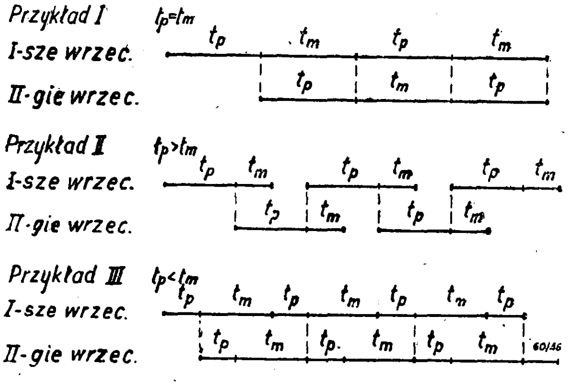
$\frac{t_m}{t_p} =$	1	1,5	2	2,5	3
$K =$	1,35	1,30	1,26	1,23	1,20

Dla trzeciego przykładu czas gwintowania 1 śruby wyniesie

$$T_1 = \frac{0{,}24 + 0{,}12}{2} . 1{,}26 = 0{,}227 \text{ min.}$$

Gwintowanie 1000 sztuk . . .	227 min
Przygotowanie maszyny . . .	48 „
Razem	275 min

Poniższe trzy przykłady objaśnimy jeszcze na schematach. Widać z nich wyraźnie okresy niewyzyskania maszyny.



Podobnie jak dla podanego wyżej przykładu, możemy przeprowadzić analizę robót przy obsłudze przez jednego rzemieślnika paru obrabiarek, np.: dwóch tokarek wielonożowych, frezarek, strugarek lub maszyn do obróbki kół zębatych.

Ponieważ obsługa kilku obrabiarek wymaga zwiększonego wysiłku ze strony rzemieślnika obsługującego, przeto zarobek jego należy zwiększyć o odpowiedni procent. W wypadku produkcji w dużych seriach, tudzież dla operacji o dłuższym czasie trwania, można dobierać roboty dla odpowiednich grup obrabiarek — obierając je tak, aby o ile możności uniknąć biegu jałowego obrabiarki.

Przy obsłudze dwóch obrabiarek jest stosunkowo łatwo ustalić wg podanych przykładów wydajność procentową obrabiarki po uwzględnieniu stosunku czasu maszynowego do czasu przerwy, spowodowanej obsługą drugiej obrabiarki. Po ustaleniu procentu wyzyskania obrabiarki możemy wziąć teraz pod uwagę różnicę zysku na robociźnie, otrzymaną przy obsłudze paru obrabiarek i strat, jakie powoduje przerwa w pracy obrabiarek spowodowana niemożnością całkowitego ich wyzyskania.

Jeżeli mamy dostateczną ilość robót dla całkowitego obciążenia danej grupy maszyn, wówczas musimy się liczyć więcej z różnicą kosztów zysków i strat przy obsłudze paru obrabiarek; jeśli zaś przewidujemy przestoje spowodowane brakiem robót, wówczas sprawa całkowitego wyzyskania maszyny jest mniej ważną.

Przy obsłudze więcej niż dwóch obrabiarek i dla dużych serii robót musimy wykreślić sobie schemat przebiegu robót wg *systemu Gantta* i oprzeć kalkulację czasu na wykresie. Wykres nie musi obejmować całej partii robót. Wystarczy bowiem dla orientacji krótki okres czasu. W tym przypadku analiza jest mniej łatwa. Po wykonaniu schematu przebiegu robót może się okazać, iż obsługa np. trzech obrabiarek daje zysk, obsługa zaś czwartej obrabiarki zupełnie może się nie opłacać, gdyż rzemieślnik ma całkowicie czas pracy wypełniony obsługą 3-ch maszyn.

Przy produkcji w małych seriach, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z czasami operacji krótkotrwałych, nie opłaca się szczegółowe analizowanie i planowanie robót dla danej grupy obrabiarek, a często ze względu na przebieg robót jest zgoła niemożliwe. Wówczas rozdziałem robót musi zająć się kierownictwo warsztatu doraźnie, czas zaś wykonania roboty obliczamy dla danej maszyny tak, jak przy obsłudze jednej tylko maszyny, stosujemy tylko odpowiednio niższą stawkę płacy (kategorię), aby wielkość akordowego zarobku rzemieślnika przy obsłudze z góry ustalonej ilości obrabiarek (dwóch, trzech lub więcej) była nieco większa niż przy obsłudze jednej obrabiarki.

Jeżeli np. tokarz ma czas wolny w czasie ruchu samoczynnego obrabiarki (w czasie t_m), w wypadku obsługi tokarek wielonożowych, przy robotach na trzpieniu, można wykonać dla danej operacji dwa trzpienie do mocowania, aby tokarz mógł w wolnym czasie zdjąć i założyć przedmiot w czasie toczenia drugiej

sztuki. Musimy oczywiście uwzględnić koszt amortyzacji trzpienia, tzn. wartość wykonanych dodatkowo sztuk powinna być większa od kosztu wykonania trzpienia.

Należy również tak dobierać roboty, żeby uniknąć strat, spowodowanych koniecznością przygotowania od razu dwóch lub więcej obrabiarek przy rozpoczęciu nowych robót. Często więc, gdy dla danego typu obrabiarek mamy podział na kilka grup (przy obsłudze grupy przez jednego rzemieślnika), opłaca się utrzymanie dodatkowo ustawiacza obrabiarek, zwłaszcza jeżeli obrabiarki są obsługiwane przez pomoc fachową.

STÓŁ OBROTOWY DO WIERCENIA SKOŚNYCH OTWORÓW

Wiercenie otworu, którego oś jest skośna do płaszczyzny zamocowania przedmiotu, wymaga użycia specjalnego *uchwytu* lub *stołu pochylnego*[1]), na którym możnaby przedmiot pod odpowiednim kątem zamocować. Jedno z ciekawszych rozwiązań stołu pochylnego przedstawia rys. 1.

Stół ten składa się z podstawy *1* i właściwego stołu *3*, w którym jest osadzony na stałe czop *5*. Czop ten może się obracać w tulei *6* wraz ze stołem *3*, przy czym płaszczyzna górna stołu przyjmuje kolejno różne położenia względem płaszczyzny stołu wiertarki. Kąty pochylenia mogą wynosić od 45° (jak na rysunku) do 0° po obrocie o 180° (położenie to zaznaczono na rysunku liniami przerywanymi). Stół *3* można unieruchomić w dowolnym położeniu za pomocą śruby *2*. Przez pokręcenie śruby *2* zostaje wciśnięty kołek klinowy *8* w rozcięcie pierścienia stożkowego *7*, który, przesuwając się ku dołowi, unieruchamia stół.

Do ustawienia stołu pod określonym kątem służy rysa *a* na stole *3* i skala *b* na kołnierzu podstawy *1*. Kąty pochylenia płaszczyzny stołu *3* względem stołu obrabiarki nie są proporcjonalne do kątów obrotu stołu *3* względem podstawy *1*, a stąd wynika, że podziałka skali jest nierównomierna.

Do wyznaczenia skali służy wzór:

$$\cos\frac{\varphi}{2} = \frac{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg}\beta}$$

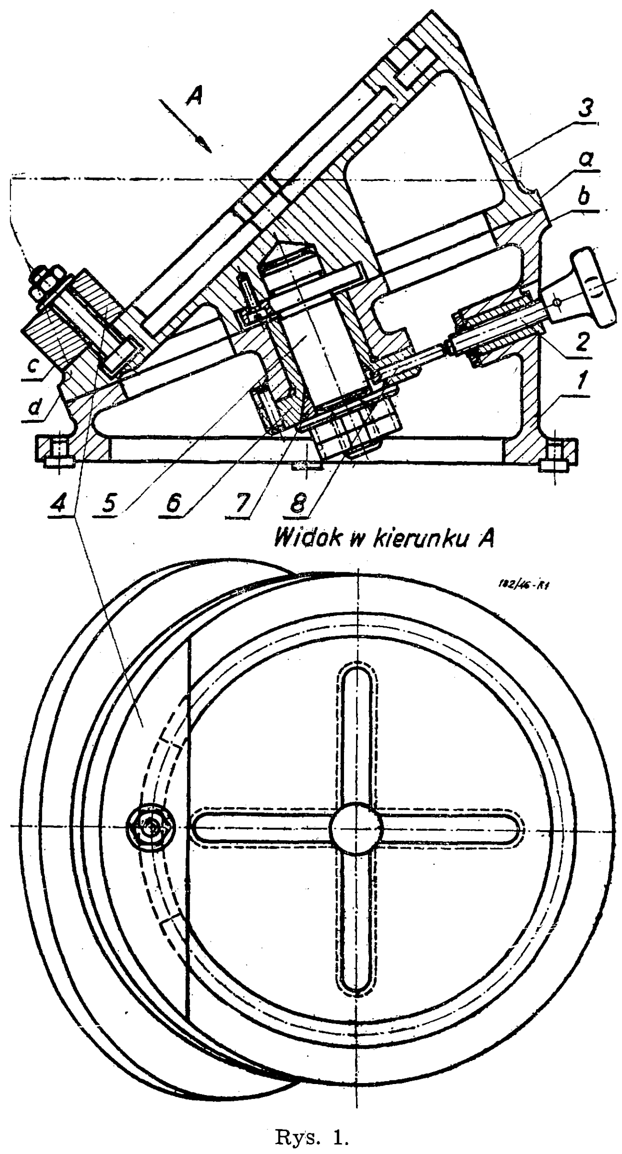
gdzie: φ — kąt obrotu stołu *3* od położenia maksymalnego pochylenia (t. j. od 45° pochylenia).

α — kąt pochylenia stołu, odpowiadający kątowi φ

β — kąt pochylenia podstawy *1* i stołu *3* (na rys. 1 i 2 równy 22°30').

Rys. 2 wyjaśnia wyznaczanie skali (podstawa *1* i stół *3* są tu zaznaczone schematycznie).

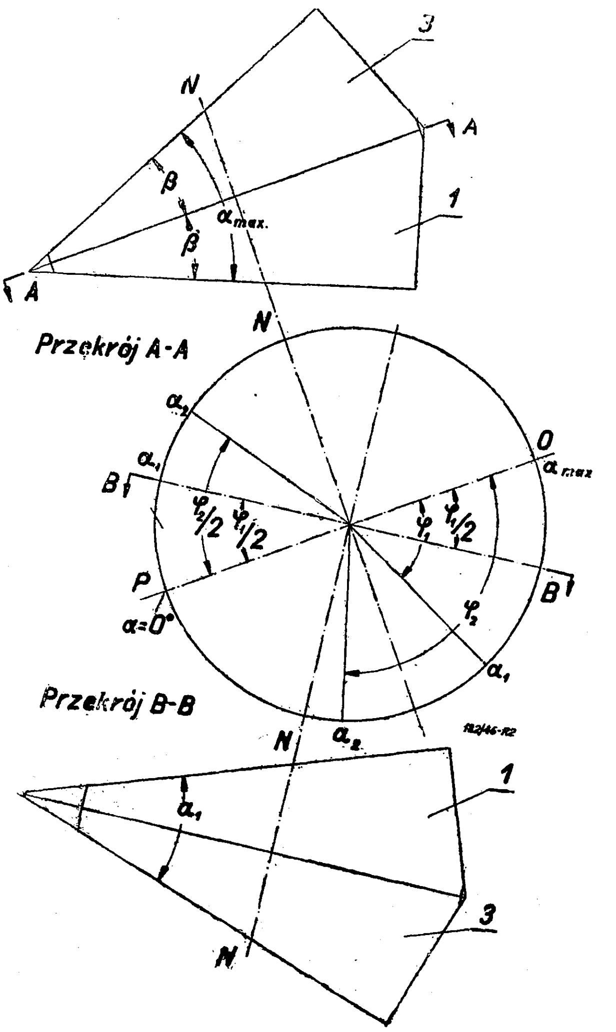
W punkcie *0* (najwyższy punkt podstawy *1*) nacinamy rysę, odpowiadającą największemu pochyleniu płaszczyzny stołu α_{max} (równemu w naszym przypadku $2\beta = 45^0$), po czym dla wyznaczenia rysy, odpowiadającej kątowi pochylenia np. α_1 podstawiamy we wzór wartości $\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2}$ i $\operatorname{tg}\beta$, i odnajdujemy kąt $\frac{\varphi_1}{2}$. Kąt ten, podwojony i odłożony



Rys. 1.

[1]) Konieczności tej nie będzie, jeżeli warsztat rozporządza wiertarką ze skrętną głowicą wrzecionową.

od punktu *0* (przekrój A-A na rys. 2) wyznaczy miejsce, w którym należy na kołnierzu *b* podstawy (rys. 1) naciąć rysę, odpowiadającą kątowi pochylenia stołu α_1.



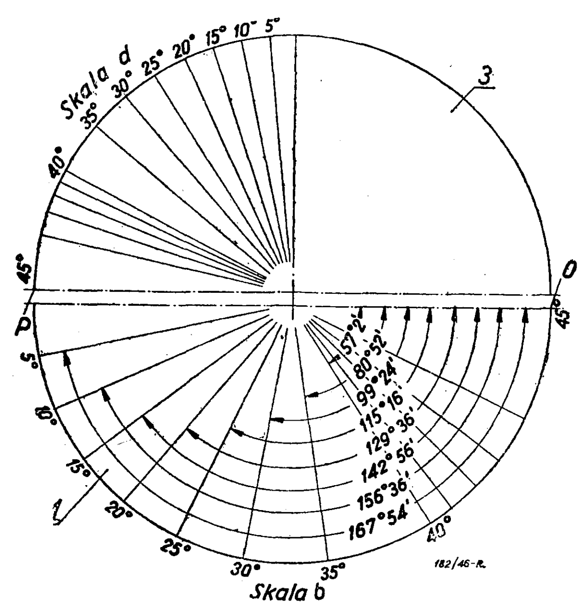
Rys. 2.

W ten sam sposób wyznaczamy rysę, odpowiadającą kątowi α_2 i t. d. Rys. *3-1* przedstawia skalę wyznaczoną na kołnierzu podstawy *1* w odstępach co 5^0 dla kątów pochylenia stołu od 0^0 do 40^0 i co 1^0 dla kątów od 40^0 do 45^0. W rzeczywistości wyznacza się skalę znacznie gęstszą (przy większych rozmiarach stołu nawet co 5'), co pozwala na dokładne ustawienie przedmiotu wierconego pod żądanym kątem. Nadmiernego zagęszczenia podziałki i związanego z tym utrudnienia odczytu kąta nie należy się obawiać, ponieważ już na stole o średnicy kołnierza b=400 mm podziałka w najbardziej zagęszczonym miejscu (koło 0^0) wynosi na obwodzie około 10 mm na 1^0.

Przy wierceniu pod kątem samo pochylenie stołu nie wystarcza do jednoznacznego ustawienia przedmiotu, lub przyrządu wiertniczego (przy większej ilości wierconych sztuk). Należy stworzyć drugą płaszczyznę oporu dla przedmiotu, zwykle prostopadłą do kierunku pochylenia stołu. Zagadnienie to jest w omawianym przypadku rozwiązane następująco: na stole *3* zamocowuje się listwę oporową *4* (rys. 1), wpasowaną od spodu dwoma klinami w kołowy rowek teowy. Listwę tę można w rowku przesuwać. Do ustawienia listwy ściśle prostopadle do kierunku pochylenia stołu służy nacięta na niej prostopadła rysa *c* i podziałka *d* na kołnierzu stołu *3*. Podziałka ta jest uwidoczniona na rys. 3-*3*, a jej działki są dwa razy mniejsze od działek skali *b*. Dla wyznaczenia jej odkłada się na kołnierzu *d* stołu *3*, poczynając od *P* (rys. 2 i 3), wartości kąta $\frac{\varphi}{2}$.

Wzajemne położenie obu skal przy maksymalnym pochylenu stołu podaje rys. 3.

Dla ustawienia stołu pod żądanym kątem np. 30^0 należy więc stół *3* obrócić tak, aby rysa *a* pokryła się z rysą 30^0 skali *b*, a listwę *4* przesunąć tak, aby jej rysa *c* pokryła się z rysą 30^0 skali *d*.



Rys. 3.

Zakres kątów pochylenia stołów obrotowych może być różny, zależnie od przyjętego przy konstrukcji stołu kąta β. Np. przy kącie β=45^0 stół ma zakres 0^0 — 90^0 t. zn. od położenia poziomego płaszczyzny górnej stołu do pionowego.

Stoły tego typu odznaczają się, w porównaniu z częściej spotykanymi stołami o poziomej osi obrotu, znaczną dokładnością ustawienia i szybkością obsługi.

T. D.

Inż.-mech. JAN ODERFELD

PRZEKŁADNIA O PRZEŁOŻENIU ZBLIŻONYM DO JEDNOŚCI

Prowadząc mechaniczny zakład naprawczy zetknąłem się z następującym zagadnieniem:

Dostarczono do naprawy kilka długich śrub od pras do wyrobu sklejki. Powierzchowne oględziny wykazały konieczność przekalibrowania na całej długości prostokątnego gwintu o 4 zwojach na 1". Ponieważ taki sam gwint miała śruba pociągowa wybranej tokarki, zagadnienie sprowadzało się do założenia na gitarę kół zmianowych o przełożeniu 1:1. Jednakże po założeniu na tokarkę stwierdziliśmy ze zdziwieniem, że skoki się nie zgadzają. Nóż ustawiony prawidłowo na początku kalibrowanej śruby (przy głowicy) ściąłby nieomal zupełnie zwój gwintu na końcu (przy koniku). Dokładniejsze badanie wykazało, że błąd skoku wynosił 1,25 mm na długości 1 m. Nie ustalono, czy przyczyną tego był zasadniczy błąd wyrobu śrub, czy też ich wyciągnięcie się w czasie wieloletniej pracy.

W każdym razie stanęliśmy wobec konieczności dobrania kół zmianowych o przekładni:

$$\frac{1000 + 1,25}{1000} = 1 + \frac{1}{800} = \frac{801}{800}$$

Wyposażenie tokarki składało się z kół zmianowych od 20 do 100 zębów co 5 zębów, oraz kół o 110, 120 i 127 zębach. Próby rozwiązania zagadnienia przekładnią z 4-ch kół zawiodły i zdecydowaliśmy się na przekładnię z 3 par kół zębatych. W tym celu trzeba było stosunek $\frac{801}{800}$ zastąpić zbliżonym stosunkiem dającym się zrealizować przy użyciu 3 par kół zębatych.

Posługując się tabelą rozkładu na czynniki (np. w podręczniku „Mechanik" tom I str. 42) stwierdziliśmy, że najbardziej zbliżonym będzie stosunek

$$\frac{833}{832} = \frac{7.7.17}{8.8.13} = \frac{35}{40} \cdot \frac{70}{80} \cdot \frac{85}{65}$$

Dodatkowe proste przeliczenie wykazuje, że odchylenie w stosunku do wartości $\frac{801}{800}$ będzie powodowało różnicę ok. 0,05 mm na długości 1000 mm gwintu. Z taką różnicą moglibyśmy się już pogodzić.

Zastosowanie tej przekładni wymagało jedynie dorobienia dodatkowego czopa do gitary celem uchwycenia dodatkowej przekładni i pozwoliło na szybkie i niekosztowne wykonanie zamówienia.

Przy sposobności zestawiłem wykaz przekładni bliskich jedności, dających się osiągnąć 6 kołami zmianowymi „piątkowego" kompletu. Poniżej podaję wyciąg z tego wykazu, przyczym obszerniej potraktowałem zakres do $1 + \frac{1}{1000}$ dając powyżej kilka coraz luźniej rozstawionych przykładów:

Przekładnia	Wartość przybliż.	Koła zmianowe
$1 + \frac{1}{440}$	1,002272	$\frac{35.45.70}{40.50.55}$
$1 + \frac{1}{494}$	1,002024	$\frac{45.50.55}{20.65.95}$
$1 + \frac{1}{539}$	1,001855	$\frac{45.50.60}{35.55.70}$
$1 + \frac{1}{594}$	1,001683	$\frac{25.55.85}{30.45.55}$
$1 + \frac{1}{714}$	1,001400	$\frac{25.55.65}{30.35.85}$
$1 + \frac{1}{832}$	1,001202	$\frac{35.70.85}{40.65.80}$
$1 + \frac{1}{935}$	1,001069	$\frac{40.45.65}{25.55.85}$
$1 + \frac{3}{3553}$	1,000844	$\frac{50.70.127}{55.85.95}$
$1 + \frac{1}{1650}$	1,000606	$\frac{20.65.127}{50.55.60}$
$1 + \frac{1}{4199}$	1,000238	$\frac{70.75.100}{65.85.95}$

Oczywiście omówiony sposób nadaje się nietylko do wypadku, gdy gwint nacinany i gwint śruby pociągowej mają te same nominalne skoki. Jeśli np. śruba tokarki ma 4 zwoje na 1", a śruba nacinana 8 zwojów (nominalnie), to odpowiednie stosunki z podanej tablicy wypadnie dwukrotnie zwiększyć, co z uwagi na proste ilości zębów nie nastręczy trudności.

Ponadto warto zauważyć, że warsztatowy zakres stosowania kół zębatych zmianowych, jako przekładni o przełożeniu zbliżonym do jedności, nie ogranicza się do nacinania gwintów, a może być z korzyścią rozszerzony i stosowany np. zamiast mechanizmów różnicowych.

POLSKA ENCYKLOPEDIA MECHANIKI

Prof. dr inż. MAKSYMILIAN TYTUS HUBER

MECHANIKA

Spośród nauk przyrodniczych, które stanowią fundament wszelkich gałęzi techniki współczesnej, a zwłaszcza przemysłu maszynowego i budowlanego, na pierwszy plan wybija się jedna z najstarszych nauk ścisłych, zwana *mechaniką.* Z jej celu zdaje sobie każdy technik dobrze sprawę, ale określenie dokładne czym jest mechanika i jaki jest jej zakres, domaga się pewnych wyjaśnień. Wprawdzie podręczniki tej nauce poświęcone noszą zwykle tytuł „Mechanika", opatrzony często przymiotnikiem, np. elementarna, doświadczalna, teoretyczna, techniczna i t. p., ale spotykamy także tytuły odmienne, jak np. „Nauka o ruchu" zmarłego zasłużonego profesora Politechniki Warszawskiej *Z. Straszewicza,* albo „Teoria ruchu i sił", również ceniona dawniejsza książka profesora niemieckiego *W. Schella.* To dowodzi, że autorzy ci usiłowali podać zwięzłe określenie mechaniki już w samym tytule. Istotnie bowiem ze stanowiska naukowego da się *mechanika* określić jako n a u k a o r u c h u c i a ł m a t e r i a l n y c h, gdyż „równowagę", określającą stan spoczynku ciała materialnego (mimo działania przyczyn, dążących do wywołania ruchu), można pojmować jako przypadek szczególny ruchu, przy jego opisie matematycznym. Ale w tym określeniu odczuwa się brak jednego z najstarszych i praktycznie najważniejszych pojęć mechaniki, a mianowicie *siły,* figurującej tylko w tytule książki *Schella.* To też mimowoli przypomina się dawna popularna książeczka *I. Zakrzewskiego,* nieżyjącego już profesora Uniwersytetu Lwowskiego, p. t. „O sile, pracy i energii", gdyż tytuł ten zawierał obok siły, jeszcze dwa niezmiernie ważne pojęcia mechaniki klasycznej. Widać z tego, że określenie mechaniki, jako dziedziny naszej wiedzy o przyrodzie, może wyglądać rozmaicie, zależnie od stanowiska, z jakiego śledzimy mechanikę; czy ono jest więcej naukowe, czy też raczej techniczne. Przy tym wypada zaznaczyć, że z obu stanowisk trzeba patrzeć na mechanikę nie jako na naukę doświadczalną, którą była niegdyś, ale na naukę, zawdzięczającą swoje znaczenie i olbrzymie rozmiary teorii, opartej na podstawach bardzo prostych, a nadzwyczajnie wydoskonalonej przez metody matematyczne.

Otóż zarówno ze stanowiska naukowego, jak i technicznego *teoria* w mechanice wysuwa się na plan pierwszy. Ale pojęcia podstawowe, na których można zbudować gmach całkowity teorii nie są identyczne w traktowaniu mechaniki czysto naukowym i technicznym.

W n a u c e c z y s t e j są tymi pojęciami: *czas, przestrzeń i materia.* Odpowiadają im trzy *jednostki podstawowe: czasu, długości i masy.* Tymczasem n a u k a s t o s o w a n a, jaką jest *mechanika techniczna,* posługuje się tymi samymi jednostkami podstawowymi czasu i długości, ale zamiast jednostki masy wprowadza jako trzecią *jednostkę siły,* od której dopiero wywodzi się *jednostka masy.* Natomiast w mechanice czystej jest *siła* traktowana jako pojęcie pomocnicze, nader pożyteczne, ale teoretycznie zbędne.

Dlatego będzie może najodpowiedniej określić mechanikę przez ujęcie w słowa zagadnień, jakimi się zajmuje. Zagadnienia te są dwojakiego rodzaju. W pierwszych idzie o ujęcie we wzory matematyczne ruchu cząstek i ciał materialnych, traktowanych tylko jako punkty i bryły geometryczne bez względu na materię, jaką zawierają. Jest to dział wstępny mechaniki, zwany *kinematyką,* traktowany często oddzielnie jako pomocniczy i leżący poza mechaniką właściwą, zwaną za wzorem piśmiennictwa angielskiego *dynamiką.* Zadanie *dynamiki* opiewa: Dany jest układ materialny i jego początkowy stan ruchu lub spoczynku, oraz siły nań działające; wyznaczyć jego ruch pod wpływem tych sił.

Objaśnimy to jeszcze na przykładzie znanego mechanizmu korbowego maszyny parowej tłokowej. Jest on złożony z trzonu tłokowego, mogącego się poruszać wraz z tłokiem tylko prostoliniowo tam i napowrót; korbowodu połączonego z jednej strony z trzonem tłokowym za pośrednictwem krzyżulca, a z drugiej z korbą wału wykonywującą ruch obrotowy. Jeżeli przyjąwszy, że znamy prędkość obrotu jednostajnego wału wraz z korbą, zapytamy jaki jest odpowiedni ruch trzona tłokowego i tłoka, to mamy do czynienia z zadaniem *kinematyki.* Gdy natomiast przyjmiemy jako daną siłę, wywartą przez parę na tłok w każdym jego położeniu, a zapytujemy jaki będzie skutek tej siły, przejawiający się w obrocie niejednostajnym wału korbowego, to stoimy przed zadaniem *dynamiki.* W ten sposób każde zagadnienie mechaniki w technice maszynowej posiada stronę kinematyczną i dynamiczną.

Ale zagadnienia *dynamiki* dzielimy od bardzo dawna na dwie grupy. Do pierwszej należą takie, w których idzie tylko o warunki, pod jakimi dany układ materialny spoczywa, chociaż nań działają pewne siły, czyli jak się

wyrażamy krótko o *warunki równowagi.* Takie zadania były rozwiązywane teoretycznie już bardzo dawno, jako wogóle znacznie łatwiejsze od zadań wyznaczenia ruchu wywołanego przez siły dane. Wystarczy podkreślić t. zw. *prawo dźwigni,* wyrażające warunek równowagi ciała obracalnego na osi stałej, na które działają siły dane *P* i *Q*. Jego wysłowienie nowoczesne brzmi: Moment siły *P* względem osi obrotu musi być w stanie równowagi równy co do wielkości a co do znaku przeciwny momentowi siły (oporu użytkowego) *Q*.

Ta grupa zadań należy do *statyki* (nauki o równowadze), stanowiącej zatem dział, bardzo zresztą obszerny, *dynamiki* pojmowanej według określenia powyższego. Wszelkie inne zadania nie statyczne należą do drugiego działu dynamiki, nazwanego (jak się zdaje najpierw w ojczyźnie *Newtona) kinetyką.* A zatym *mechanika* dzieli się na *kinematykę* i *dynamikę,* a *dynamika* na *statykę* i *kinetykę.*

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że od czasu silnych wpływów w Polsce kultury francuskiej na przełomie wieków XVIII i XIX nazywano samą tylko kinetykę dynamiką, wyodrębniając zupełnie statykę. Temu odpowiadał podział mechaniki na trzy działy: *kinematykę, statykę* i *dynamikę* — podział utrzymujący się tradycyjnie w wielu książkach polskich i rosyjskich.

Może to oczywiście prowadzić niekiedy do nieporozumień, ale na szczęście mniej szkodliwych od tych, jakie wynikają z nazywania kilogramem zarówno jednostki masy, jak i jednostki praktycznej siły. Zaradzono temu tylko przez stosowanie odrębnego znaku *kg* dla kilograma masy, a *kG* dla kilograma siły.

Wracając teraz do przymiotników wymienionych na wstępie, którymi odróżniamy niejako rozmaite kierunki mechaniki jako nauki, niezależnie od podziału powyższego zasadniczego, nie potrzebujemy określać co to jest *mechanika doświadczalna,* która od czasów *Newtona,* założyciela dynamiki ustąpiła miejsca *mechanice teoretycznej* czyli *matematycznej.*

Francuzi nazywają ją „racjonalna" (Mécanique rationelle), co w swoim czasie uczony emigrant polski *Henryk Niewęgłowski,* pozostający pod całkowitym wpływem kultury francuskiej, przetłumaczył niefortunnie w tytule swego cennego zresztą dzieła jako „Mechanika rozumowa".

Otóż mechanika teoretyczna zajmuje się opisem matematycznym ruchu ciał materialnych przyrody pod postacią *punktu materialnego, ciała sztywnego, układu punktów materialnych* w liczbie dowolnej oraz *układu materialnego ciągłego,* jako myślowo uproszczonych modeli (schematów, obrazów), pozostawiając kwestię dokładności, z jaką te modele odpowiadają warunkom rzeczywistym, do rozstrzygnięcia doświadczeniu. Tak określona mechanika teoretyczna, mająca na oku głównie tylko podstawy naukowe rozwiązywania zagadnień mechaniki drogą obliczenia, nosi nazwę: *mechanika ogólna* w odróżnieniu do *mechaniki technicznej,* czyli *stosowanej,* która się zajmuje głównie zagadnieniami, jakie nastręczają różne gałęzie techniki.

Zupełnie odmienną podstawę ma podział mechaniki według stanu skupienia materii, której ruch lub równowagę badamy. Jest to podział fizykalny na *mechanikę ciał stałych,* czyli *stereomechanikę,* ciał ciekłych czyli *hydromechanikę* i ciał lotnych (gazów) czyli *aeromechanikę* (mechanika par ze względu na najściślejszy związek z nauką o cieple znalazła miejsce w tej właśnie gałęzi fizyki). Każdą z tych mechanik dzielimy znowu na część statyczną i kinetyczną (dynamiczną), a więc mamy *stereostatykę i stereokinetykę (-dynamikę), hydrostatykę i hydrokinetykę (dynamikę), aerostatykę* i *aerokinetykę (-dynamikę).*

W każdym z działów powyższych rozróżniamy jeszcze poddziały odpowiednio do własności mechanicznych, cechujących pewne materiały, co ma doniosłość szczególną zwłaszcza w mechanice technicznej a mianowicie:

1) *stereomechanikę,* czyli *mechanikę ciał stałych,* dzielimy na *mechanikę ciał sprężystych (teorię sprężystości),* czyli *elastomechanikę* i *mechanikę ciał elasto-plastycznych* (jakimi są przeważnie metale), zwaną także *plastomechaniką.* Osobną grupą technicznie ważną materiałów sypkich zajmuje się mechanika „ciał sproszkowanych", nie mająca dotąd nazwy zwięźlejszej.
2) *Hydromechanikę* i *aeromechanikę* dzielimy na dwa poddziały, zależnie od tego czy uwzględniamy tarcie wewnętrzne (lepkość), czy też je pomijamy, a nadto czy uwzględniamy ściśliwość płynu, czy też uważamy go w przybliżeniu za nieściśliwy[1])

Ostatnie wreszcie odgałęzienia mechaniki charakteryzujące różne zastosowania techniczne stanowią np. 1) *mechanika lotu,* jako jedna z podstaw lotnictwa współczesnego oparta na aerodynamice, 2) *balistyka,* t. j. teoria ruchu pocisku strzelanego lub miotanego, przy czym rozróżnia się *balistykę wewnętrzną,* opisującą ruch pocisku w lufie, oraz *balistykę zewnętrzną,* zajmującą się ruchem pocisku po opuszczeniu lufy. 3) *nauka o drganiach (wibromechanika)* wyodrębniona w czasach ostatnich jako obszerna gałąź dynamiki technicznej, traktująca o drganiach układów sprężystych, jakimi są wszelkie maszyny i ustroje budowlane.

[1]) Ustalenie rozgraniczenia pomiędzy *hydromechaniką* a *aeromechaniką* będzie podane w artykule p. t. „Hydromechanika".

LITERATURA

na poziomie średnim:

Prof. dr Władysław Natanson i *prof. dr. Konstanty Zakrzewski:* „Nauka fizyki" Tom. I. 220 × 150, str. VII + 175. Kraków, 1924.

Dr inż. Stefan Neumark: „Mechanika Techniczna". Tom I. Statyka. 210 × 148, str. VIII + 327. Warszawa, 1937.

Część I: O ruchu, sile i energii.

August Witkowski i *Konstanty Zakrzewski:* „Zarys fizyki" 240 × 170, str. XV + 594. Warszawa, 1939.

na poziomie wyższym:

P. Appel: „Traité de mécanique rationnelle" T. I. Statique. Dynamique du point. T. II. Dynamique des systèmes. Mécanique analytique. T. III. Équilibre et mouvement des milieux continus".

Prof. inż. Henryk Czopowski: „Mechanika Teoretyczna" Tom I-IV. Warszawa, 1921-2.

Dr Phil Dr Ing August Föppl: „Vorlesungen über technische Mechanik". I-VI Band. München u. Berlin, 1942-3.

Jan Nepomucyn Franke: „Mechanika Teoretyczna". 240 × 170, str. XXXI + 645, Warszawa, 1889.

Prof. dr inż. Maksymilian Tytus Huber: „Mechanika Ogólna". Skrypt. 297 × 210, str. V + 583.

Prof. dr inż. Maksymilian Tytus Huber: „Mechanika Ogólna i Techniczna" (w druku).

A. E. H. Love: „Theoretical Mechanics and Introductory Treatise on the Principles of Dynamics" Cambridge University Press.

Edward John Routh: „Statyka Teoretyczna" z drugiego wydania angielskiego przełożył *Zygmunt Straszewicz.* 225 × 155, str. X + 453, Warszawa, 1916.

E. J. Routh: „A Treatise on Dynamics of a Particle" Cambridge University Press.

E. J. Routh: „A Treatise on the Dynamics of a System of Rigid Bodies" London.

Prof. inż. Zygmunt Straszewicz: „Nauka o ruchu". 230 × 155, str. XI + 354, Lwów, 1923.

Ponad to konspekty mechaniki w podręcznikach technicznych „Mechanik" i „Technik".

Inż.-mech. JAN OBALSKI

PODSTAWOWE POJĘCIA METROLOGII

CZĘŚĆ II. CECHY PRZYDATNOŚCI NARZĘDZI MIERNICZYCH

1. Przekładnia wskazania

Przekładnią wskazania[1]) l narzędzia mierniczego nazywamy stosunek przyrostu wskazania I (mierzonego przyrostem odległości liniowej lub kątowej wskaźnika i przeciwwskaźnika) do odpowiedniego przyrostu wielkości mierzonej G.

Dla narzędzi z podziałką w zakresie zmian skończonych można uważać tę przekładnię jako stosunek długości działki elementarnej i do wielkości, którą ona wyraża g. Dla przymiaru jednomiarowego lub z podziałką $l = 1$ mm/mm. Dla mikrometru w którym jeden obrót bębna podzielony na 50 części odpowiada zmianie długości mierzonej o 0,5 mm, $l = 50$ mm/mm, dla wodomierza, w którym $i = 2$ mm, $g = 1$ litr, $l = 2$ mm/litr.

Wobec różnych wymiarów przekładnie wskazania są porównywalne tylko dla tej samej mierzonej wielkości.

W wielu wypadkach wygodniejsze jest operowanie odwrotnością przekładni wskazania (np. jeżeli chodzi o wyznaczenie dodatkowego obciążenia dla uzyskania zmiany wskazania wagi o określoną ilość mm), którą dla narzędzi z podziałką w zakresie zmian skończonych jest stosunek wartości działki elementarnej do jej długości. Wielkość tę nazwiemy krótko *jednostkową wartością podziałki* (jest to więc wartość 1 mm podziałki). Zatem $q = \frac{1}{l}$.

Narzędzie miernicze z podziałką charakteryzuje prócz przekładni wskazania (lub wartości jednostkowej podziałki) również ***długość działki elementarnej.*** Duża wartość przekładni wskazania może nie być dostatecznie wyzyskana, jeżeli długość działki będzie zbyt wielka.

Określenie przekładni wskazania w odniesieniu do działki elementarnej (np. w wadze 5 działek na gram) nie daje skali porównawczej przy porównywaniu narzędzi tego samego rodzaju. Dlatego też w katalogach itd. należałoby podawać przekładnię wskazania stosownie do podanego wyżej określenia. Ponadto powina być podawana długość działki elementarnej.

Przekładnia wskazania jest dotychczas przeważnie nazywana *czułością* narzędzia mierniczego (ang. sensibility, franc. sensibilité, niem. Empfindlichkeit, ros. czuwstwitelnost). Wydaje się słuszniejsze związanie tej nazwy (a raczej „nieczułości"[2]) z inną własnością narzędzi mierniczych, którą rozpatrzymy dalej, mianowicie z wrażliwością na małe zmiany wielkości mierzonej.

[1]) Termin ten dotychczas nie był stosowany.

[2]) Szczegółowo sprawa ta jest rozpatrzona w cytowanej pracy *dr inż. Z. Rauszera* — „Błędy i poprawki narzędzi mierniczych".

2. Błąd

Błąd narzędzia mierniczego wynika z niezgodności pomiędzy wartością wielkości mierzonej wyznaczoną przez narzędzie i rzeczywistą jej wartością.

Niezgodność ta może być rozpatrywana z dwóch punktów widzenia: albo wskazanie narzędzia tj. oznaczenie przez nie podane jest fałszywe a wielkość jaką to narzędzie przedstawia jest prawidłowa, albo też, że oznaczenie jest prawidłowe a fałszywą w stosunku do niego wielkość. Jeżeli np. na przymiarze rzeczywista odległość kresy oznaczonej przez 0 od kresy oznaczonej przez 1000 mm wynosi tylko 999,5 mm, to można uważać, że albo błędne jest oznaczenie (zamiast 1000 powinno być 999,5 albo kresa „1000" jest umieszczona za blisko (powinna być o 0,5 mm dalej od zera).

Odpowiednio do tego rozróżniamy *błędy wskazań* narzędzi mierniczych od *błędów wielkości.*

Błąd wskazania e_i jest miarą, którą trzeba odjąć algebraicznie od *wskazania nominalnego* I_n, aby otrzymać wskazanie *bezbłędne* (a raczej *poprawne)* I_c. Zatem

$$e_i = I_n - I_c \quad \ldots\ldots \quad [1]$$

Natomiast *błąd wielkości* e_g jest miarą, którą trzeba algebraicznie odjąć od poprawnej wielkości, aby otrzymać wielkość odpowiadającą wskazaniu nominalnemu, czyli

$$e_g = I_c - I_n \quad \ldots\ldots \quad [2]$$

W wyżej przytoczonym przykładzie *błąd wskazania* przymiaru

$$e_i = 1000 - 999{,}5 = 0{,}5 \text{ mm.}$$

(wskazanie za duże w stosunku do wielkości; znak +) zaś *błąd wielkości* tego przymiaru

$$e_g = -0{,}5 \text{ mm}$$

(wielkość za mała w stosunku do oznaczenia; znak —).

Tak więc błąd wskazania jest równy błędowi wielkości pod względem wielkości, ale jest on odwrotny co do znaku. Stosownie do zwyczaju, mówiąc o *błędzie wzorców*, mamy na myśli zawsze *błędy wielkości,* a mówiąc o *błędzie przyrządów,* — myślimy o *błędzie wskazań.* Np. o odważniku, który ma oznaczenie „1 kg", podczas gdy jego masa wynosi 1003 g, powiemy, że błąd jego jest dodatni (+ 3 g); natomiast o amperomierzu, który wskazuje 40 A, podczas gdy przez niego przepływa prąd 41 A, powiemy, że błąd jego jest —1 A, gdyż wskazanie jest za małe w stosunku do mierzonej wielkości.

Dekret o miarach z d. 8.II.1919 wprowadza nazwę *uchybienie* dla bezwzględnej wartości błędu.

Aby ze wskazania błędnego otrzymać poprawne trzeba wprowadzić *poprawkę* tego wskazania, równą błędowi wskazania co do wielkości i odwrotną co do znaku a równą błędowi wielkości zarówno co do wielkości jak i znaku. Dla powyższego amperomierza poprawka (wskazania) wynosi więc + 1 A: o tyle trzeba zwiększyć wskazanie nominalne, aby otrzymać wskazanie poprawne.

Oprócz błędu określonego wzorem (1) lub (2), zwanego *błędem bezwzględnym,* wyrażającym się w jednostkach mierzonych wielkości, (wskazań lub wielkości) stosuje się pojęcie *błędu względnego,* jakim jest stosunek błędu bezwzględnego do wskazania.

Wartość błędu względnego pomnożona przez 100, daje jego wartość w procentach.

Możliwe są przy tym cztery określenia:

1) błąd wskazania względem wskazania poprawnego

$$\varepsilon_{ic} = \frac{I_n - I_c}{I_c} ,$$

2) błąd wskazania względem wskazania nominalnego

$$\varepsilon_{in} = \frac{I_n - I_c}{I_n} ,$$

3) błąd wielkości względem wskazania poprawnego

$$\varepsilon_{gc} = \frac{I_c - I_n}{I_c} = -\varepsilon_{ic} ,$$

4) błąd wielkości względem wskazania nominalnego

$$\varepsilon_{gn} = \frac{I_c - I_n}{I_n} = -\varepsilon_{in} .$$

Podobnie jak dla błędów bezwzględnych, stosuje się do wzorców błędy względne wielkości, a do przyrządów — błędy względne wskazań.

To, czy błędy względne należy odnosić do czy też do I_n było wielokrotnie dyskutowane i zdania w tej sprawie są podzielone.

Naogół różnice stąd wynikające są małe i nie mają praktycznego znaczenia.

Wprowadzenie zupełnego ujednostajnienia, jakkolwiek pożądane, byłoby obecnie zbyt trudne do przeprowadzenia. Wobec tego nie wydaje się szkodliwe zachowanie wszystkich powyższych określeń błędów względnych pod warunkiem dodawania odpowiednich wskaźników we wzorach. Jeżeli niema specjalnych zastrzeżeń, to należy podawać ε. względnie ε_{gc}.

Nieraz w narzędziach wielomiarowych odnosi się błąd względny do największego wskazania, co nie jest właściwe.

(ciąg dalszy nastąpi)

Inż. mech. A. T. TROSKOLAŃSKI

KALKULACJA PRZEMYSŁOWA

Projekt podziału

Kalkulacja przemysłowa stanowi całokształt operacyj rachunkowych, mających na celu ustalenie ceny sprzedażnej wytwarzanych przedmiotów oraz ocenę rentowności przedsiębiorstwa.

Kalkulacja przemysłowa dzieli się na:

a) *techniczną,* b) *handlową,* c) *retrospektywną (sprawozdawczą).*

A. *Kalkulacją techniczną* nazywamy całokształt czynności rachunkowych, mających na na celu obliczenie *własnych kosztów wytwarzania* poszczególnych produktów.

Kalkulacja techniczna obejmuje:

1) kalkulację wstępną,
2) kalkulację typową,
3) kalkulację ofertową,
4) kalkulację warsztatową,
5) kalkulację wynikową (końcową, ostateczną).

1. *Kalkulacja wstępna* ma na celu obliczenie kosztów własnych wykonania przedmiotów, przewidzianych w programie produkcyjnym.

Kalkulację wstępną przeprowadza się przy zakładaniu nowych przedsiębiorstw przemysłowych lub przy uruchamianiu nowych gałęzi produkcji.

Kalkulacja wstępna opiera się na założeniach teoretycznych, na tablicach kalkulacyjnych typowych czynności warsztatowych oraz na wynikach kalkulacji w pokrewnych dziedzinach wytwarzania.

2. *Kalkulacja typowa* polega na sporadycznym obliczaniu własnych kosztów wykonania typowych wyrobów w poszczególnych grupach produkcyjnych.

Kalkulacja typowa może mieć charakter kalkulacji wstępnej lub wynikowej, lub też charakter mieszany.

3. *Kalkulacja ofertowa* ma na celu obliczenie kosztów własnych wykonania przedmiotu wzgl. przedmiotów, na które wpłynęło zapytanie z zewnątrz.

Kalkulacja ofertowa może dotyczyć zarówno przedmiotów wykonywanych całkowicie w danej wytwórni, jak i przedmiotów, wytwarzanych częściowo przez wytwórnię otrzymującą zapytanie, częściowo zaś przez wytwórnie z nią współpracujące (t. zw. wytwórnie siostrzane).

4. Celem *kalkulacji warsztatowej* jest obliczenie okresów trwania i kosztów poszczególnych operacyj.

Wyniki *kalkulacji warsztatowej* stanowią podstawę ustalania stawek akordowych, premii itp., a tym samym i polityki płac.

5. *Kalkulacja wynikowa (końcowa, ostateczna)* polega na obliczeniu rzeczywistych kosztów wykonania poszczególnych robót na podstawie zlikwidowanych poleceń pracy, łącznie z ustaleniem wydajności materiałowych i czasowych.

Wyniki tych obliczeń stanowią podstawę *kalkulacji retrospektywnej,* a zarazem umożliwiają ocenę rentowności przedsiębiorstwa. Ponadto oddają one usługi w kalkulacji wstępnej i typowej.

B. *Kalkulacja handlowa* polega na obliczeniu *cen sprzedażnych* wytworów na podstawie kosztów własnych wykonania oraz przy uwzględnieniu podaży i popytu na wytwarzane przedmioty.

C. *Kalkulacja retrospektywna (statystyczna, sprawozdawcza)* polega na obliczeniu kosztów i rentowności poszczególnych stanowisk pracy, wydziałów produkcyjnych i całego przedsiębiorstwa, obliczeniu kosztów robocizny bezpośredniej i pośredniej oraz kosztów ogólnych, ustalaniu norm w zakresie kosztów wytwarzania. Ponadto *kalkulacja retrospektywna* bada i analizuje wpływ poszczególnych czynników (składników) na całkowity własny koszt wykonania (zagadnienia stanowiące przedmiot dynamiki własnych kosztów wytwarzania).

POLSCY MECHANICY MÓWIĄ PO POLSKU

OBRÓBKA WIÓROWA

Artykuł *inż.-mech. Leszka Ekera* p. t. „Obróbka wiórowa", zamieszczony w zeszycie 2/46 czasopisma „Mechanik", wzbudził bardzo silny oddźwięk wśród czytelników „Mechanika". W dyskusji nad poprawnością i celowością wprowadzenia pojęć: *obróbka wiórowa i obróbka bezwiórowa* zabrali głos: *inż.-mech. Witold Biernawski,* profesor Akademii Górniczej w Krakowie, *inż.-mech. Edward Tadeusz Geisler,* profesor Politechniki Gdańskiej, *dr inż. Wacław Moszyński,* profesor Politechniki Łódzkiej, członkowie Komisji

Techniki Warsztatowej PKN oraz autor artykułu, któremu redakcja przesłała opinie osób, biorących udział w dyskusji.

Wyniki dyskusji możnaby streścić w sposób następujący:

Spośród czterech omawianych terminów; *obróbka za pomocą skrawania, obróbka skrawaniem, obróbka skrawająca* i *obróbka wiórowa,* najwłaściwszymi nie budzącym poważniejszych zastrzeżeń jest wyrażenie: *obróbka za pomocą skrawania.* Jedyną wadą tego wyrażenia jest długość, która występuje jeszcze silniej w połączeniu z innymi rzeczownikami, j. np. metody obróbki za pomocą skrawania, Podkomisja obróbki za pomocą skrawania itp.

Wady tej nie posiada wyrażenie: *obróbka skrawaniem,* którą należałoby postawić na czoło omawianych nazw, gdyby nie to, że nazwa ta stanowi połączenie dwu rzeczowników, z których jeden jest nieodmienny. Określenie pracy za pomocą przypadku jest ogólnie przyjęte; analogicznie do obróbki skrawaniem, możemy używać zwrotów obróbka struganiem, toczeniem, szlifowaniem, itp.

Nazwa *obróbka skrawająca* spośród omawianych nazw jest najmniej logiczna, lecz na przekór logice rozpowszechnia się coraz bardziej, co należy przypisać jej zwięzłości i zaletom językowym (połączenie rzeczownika z przymiotnikiem). Nazwa ta, nawet wśród osób o dużej wrażliwości językowej, znajduje zwolenników.

Najwięcej rozbieżności w ocenie, zarówno pod względem logicznym, jak i etymologicznym wywołało wyrażenie: *obróbka wiórowa. Wyrażenie obróbka wiórowa*[1]) stanowi skrót logiczny zwrotu: *obróbka przy której powstają wióry* w przeciwstawieniu do *obróbki bezwiórowej,* której omawiane zjawisko nie towarzyszy. Przymiotnik *wiórowy* odnosi się raczej do wyniku ubocznego *obróbki za pomocą skrawania,* t. j. do powstawania wiórów, niż do jej istoty, jaką jest sam proces skrawania. Zaletą tego przymiotnika jest przeciwstawienie: *obróbce bezwiórowej,* t. j. obróbce, przy której wióry nie powstają. Stanowi to najsilniejszy argument, przemawiający za utrzymaniem tej nazwy, ponieważ *obróbki plastycznej* nie możemy przeciwstawić pojęciu *obróbki skrawaniem.* Obróbka plastyczna stanowi bowiem jedną z możliwych form obróbki bezwiórowej. Używanie wyrażenia *obróbka wiórowa* należałoby zatym ograniczyć do tych wypadków, gdzie zależy na przeciwstawieniu *obróbce bezwiórowej.*

Co do genezy powstania terminu *obróbka wiórowa* opinie osób, biorących udział w dyskusji są napozór sprzeczne, w istocie nie odbiegają bardzo od siebie.

Prof. Witold Biernawski twierdzi, że nazwa *obróbka wiórowa* była używana w Zakładzie Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej od dawna, bo mniej więcej od 25 lat. To samo stwierdza *prof. Wacław Moszyński,* zaznaczając, że nazwa „Obróbka wiórowa" była znacznie dawniej stosowana, niż w Niemczech nazwa „spangebende Formung", którą zastąpiono dawniej używaną nazwę „spanabhebende Formung".

Natomiast *prof. E. T. Geisler,* jakkolwiek współpracował ze *ś. p. prof. Henrykiem Mierzejewskim* i wielokrotnie omawiał z Nim najrozmaitsze zagadnienia z zakresu obróbki metali, z nazwą tą nie spotkał się. To samo stwierdza szereg inżynierów, absolwentów Politechniki Warszawskiej, którzy wykonywali pracę dyplomową w Zakładzie Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej.

Wynika z tego, iż nazwa *obróbka wiórowa* jest nazwą dawną, starszą od podobnego wyrażenia niemieckiego, jednakże była używana w zamkniętym gronie osób i w okresie przedwojennym nie zdobyła większego rozpowszechnienia.

Nic więc dziwnego, iż termin ten, przypominający podobne wyrażenie niemieckie, wśród osób, które zetknęły się z nim poraz pierwszy po okresie niemieckiej okupacji, wywołał naturalną i nieprzychylną reakcję.

Komisja Techniki Warsztatowej PKN, po krótkiej dyskusji, uznała terminy: *obróbka za pomocą skrawania, obróbka skrawaniem i obróbka wiórowa* za równorzędne.

Na zakończenie podajemy w streszczeniu odpowiedź autora artykułu p. t. „Obróbka wiórowa". *Inż. L. Eker* zwraca uwagę, iż nazwa *obróbka skrawaniem* oraz nazwy pokrewne są powszechnie zrozumiałe, ze względu na pokrewieństwo *skrawania* słowom, używanym w języku potocznym, jak krajanie, struganie, przecinanie, ścinanie, itp. Cechy tej nie posiada przymiotnik wiórowy, który nie charakteryzuje rodzaju obróbki, lecz odnosi się do wiórów, które tworzą się podczas skrawania. Przeciwstawianie pojęcia *obróbki wiórowej* pojęciu *obróbki bezwiórowej* nasuwa poważne zastrzeżenia ze względu na ogromny zasięg treści *obróbki bezwiórowej,* którym to mianem możnaby objąć niemal wszystkie procesy obróbki mechanicznej (z wyjątkiem obróbki skrawaniem), oraz wszystkie rodzaje obróbki cieplnej.

Redakcja czasopisma „Mechanik" zamyka niniejszym artykułem dyskusję na temat *obróbki wiórowej* i przekazuje równocześnie cały materiał dyskusyjny Komisji Słownictwa Technicznego PKN.

A. T. T.

---

[1]) *Obróbkę wiórową* nazywamy obróbkę mechaniczną, przy której otrzymujemy gotowy przedmiot przez zamienienie w wióry zbytecznego materiału.

Prof. dr inż. MAKSYMILIAN TYTUS HUBER

MATERIAŁ CZY TWORZYWO?

Wiadomo, że wyrazy są tylko odpowiednikami fonetycznymi pojęć, które zresztą nie zawsze dają się ująć ściśle, zwłaszcza, gdy występują w dwu lub więcej odrębnych gałęziach wiedzy. Dlatego nieraz napotykamy trudności w wysłowieniu definicji, czy to pojęcia rzeczowego (np. jakiegoś przedmiotu technicznego), czy też pojęcia oderwanego, nazwanego danym wyrazem. Wiadomo nadto, że nazwy zmieniają z biegiem czasu swe znaczenie i nieraz giną, ustępując miejsca nowym, albowiem język jest organizmem żywym i podlega ewolucji pod wpływem warunków bytowania narodu, jego twórców w dziedzinie literatury, nauki i sztuki, oraz pod wpływem języków innych narodów, z którymi utrzymujemy stosunki handlowe i kulturalne. Jest przy tym rzeczą jasną, że dominuje wpływ narodów o kulturze starszej, czym się tłumaczy w językach europejskich wielka ilość terminów, zwłaszcza techniczno-naukowych pochodzenia greckiego i łacińskiego. Do takich należał jeszcze przed ćwierćwieczem termin *„materiał"*; ang. material; fr. matériel; niem. Material (a dopiero od I wojny światowej „Werkstoff"); ros. matieriał; włoski materiale i t. d.

Nie mam sposobności zajrzenia do książek węgierskich, ale najprawdopodobniej znalazłbym tam wyraz zupełnie nie przypominający materiału, gdyż Węgrzy zabrali się do „czyszczenia" języka narodowego już wcale dawno. Wiem tylko na pewno, że nie ma w języku węgierskim wyrazu, przypominającego maszynę (zwaną u nas dawniej wyrazem łacińskim „machina", zniekształconym najniepotrzebniej wymową francuską lub niemiecką), a więc wyrazu spotykanego w większości języków europejskich i że wogóle z pisma technicznego węgierskiego nie podobna zrozumieć cośkolwiek, nie znając jako tako języka, podczas gdy w innych równie mało znanych językach europejskich napotyka się wiele terminów międzynarodowych, co ułatwia już pewną orientację co do treści. Wybujała ambicja narodowa naszych sympatycznych sąsiadów doprowadziła ich do tak gruntownego zmadiaryzowania języka naukowego, że ich piśmiennictwo techniczne jest księgą zamkniętą na siedem pieczęci dla obcych. W podobnym kierunku zdąża od tamtej wojny światowej szowinizm niemiecki ze szkodą niewątpliwą dla poczytności książek niemieckich u sąsiadów.

Czy to winno być dla nas Polaków z wielowiekowymi tradycjami kultury rzymskiej przykładem do naśladowania? Sądzę, że są to raczej przykłady odstraszające i byłem tego zdania już przed paru dziesiątkami lat, kiedy bardzo zresztą zasłużony Komitet Wydawniczy I-go wydania „Technika" w Warszawie wprowadził zamiast odwiecznego i w całej Polsce powszechnie zrozumiałego *materiału* termin „tworzywo". Co prawda, nie był to nowotwór, albowiem słyszało się wówczas i czytało często o „tworzywie" literackim, przez co jednakże rozumiano tylko to, co staje się źródłem powstania dzieła literackiego, a nikomu nie przychodziło do głowy rozszerzenie pojęcia rozumianego pod nazwą „tworzywa" na materię, z której się wyrabia, sporządza lub buduje części konstrukcyjne wytworów techniki współczesnej. Zwolennik tworzywa w miejsce „materiału" rzuci tutaj zapewne uwagę, że zwalczając „tworzywo" stosuję jednocześnie bez skrupułu wyraz „wytwór", a więc uznaję wyrazy: „wytwarzać", „wytwarzanie", „wytwórnia" i t. p. Tak jest! Uznaję je wszystkie, ale zarazem mniemam, że zgodnie z tradycją wiekową naszego języka tworzy np. poeta utwór literacki, architekt tworzy projekt budowli, uczony przyrodnik lub inżynier tworzy teorię... natomiast wytwórcy wytwarzają wytwory przemysłowe z materii, czyli z materiału dostarczonego przez przyrodę, a nie tworzą ich.

A zatem, tworzy się tylko z elementów duchowych, a wytwarza (wyrabia, sporządza, fabrykuje) z elementów materialnych. Przytoczony przykładowo poeta, architekt, inżynier-badacz i uczony należą do twórców, podczas gdy wytwórca jest udatnym nowotworem oznaczającym dawnego producenta, czyli fabrykanta lub rzemieślnika, wytwarzającego dobra materialne. Jeden i ten sam człowiek może być oczywiście niekiedy wytwórcą i zarazem twórcą, jeżeli opracuje naukowo nową metodę wytwarzania.

Stosowanie wyrazu „tworzywo" na oznaczenie obu pojęć powyżej określonych jest bezpożytecznym zubożaniem języka, podobnie jak projekt wyrugowania wyrazu prędkość na rzecz „szybkości", lub odwrotnie. Zdaję sobie dobrze sprawę z tego, że walka z „tworzywem", zagnieżdżonym zwłaszcza w naszym piśmiennictwie wojskowym z okresu przedwojennego jest może już spóźniona, ale podtrzymuję ją w nadziei pozyskania nowych sprzymierzeńców wśród młodszej generacji polskich techników, którzy mieli sposobność wędrówek po krajach wschodnich i zachodnich, gdzie znają tylko „materiały".

Mam nadzieję, że Szan. Redakcja w chwalebnej trosce o polszczyznę naszych piszących techników nie odmówi kącika na dyskusję, gdyby ją wywołał artykuł niniejszy.

Prof. dr inż. MAKSYMILIAN TYTUS HUBER

WYTRZYMAŁOŚĆ I WYTĘŻENIE

W ocalałym skorowidzu do obszernej „Mechaniki technicznej ciał stałych", noszącej tradycyjny podtytuł „Wytrzymałość materiałów"[1]), znajdujemy: *wytrzymałość—strength—résistance — Festigkeit — soprotiwlenje; procznost'*.

Wytężenie (wysiłek) — fatigue — fatigue — Anstrengung...

Jak widzimy wyraz *wytrzymałość* ma odpowiedniki we wszystkich 5 językach powyższych w kolejności: polski, angielski, francuski, niemiecki, rosyjski; przy tym rosyjski posiada nawet dwa, niezupełnie się pokrywające pod względem znaczenia. Tymczasem *wytężenie* ma odpowiednik jednoznaczny tylko w terminie niemieckim *Anstrengung*, który przyswoiłem przed czterema dziesięcioleciami naszemu piśmiennictwu techniczno-naukowemu, zajmując się wówczas teoriami wytrzymałości.

W innych językach jest to pojęcie używane zwykle w postaci dwuwyrazowej.

Przy terminie *wytrzymałość* pominąłem rozmyślnie łączone z nim zwykle wyrazy, zmieniające zakres pojęcia, t. j. *wytrzymałość materiału* i *wytrzymałość ciała* (części konstrukcyjnej lub całej konstrukcji), mając na myśli definicję naojgólniejszą następującą:

Wytrzymałość jest to zdolność ciał stałych o postaci najrozmaitszej do znoszenia obciążeń bez uszczerbku dla działania tych ciał, jako części konstrukcyjnych.

Ta definicja wskazuje, że mamy tu do czynienia z pojęciem na wskroś technicznym, które odbiega bardzo od pojęcia *spójności* w fizyce „czystej", określanej jako własność ciał stałych, polegającą na tym, że ich cząsteczki są utrzymywane w niezmiennej odległości wzajemnej przez siły międzycząsteczkowe (molekularne), sprzeciwiające się zarówno usiłowaniom ich oddalenia, jak i ich zbliżenia wzajemnego.

Obie definicje są jednak tylko jakościowe. Bardziej pożądane są o k r e ś l e n i a i l o ś c i o w e. Dla wytrzymałości mamy je w słowach następujących:

Przez *wytrzymałość ciała* (części konstrukcyjnej), obciążonego w sposób dany siłami, których wartość liczbową możemy zwiększać, rozumiemy granicę górną wartości tych sił, przy której pojawiają się oznaki miejscowego rozluźnienia więzów, łączących cząsteczki ciała, czyli oznaki uszkodzenia lub wreszcie zniszczenia tego ciała.

[1]) której rękopis wraz z 400 przeszło rysunkami, gotowy do druku w 2 egzemplarzach, padł ofiarą Niemców podczas powstania warszawskiego.

Nad ilościową definicją *spójności* zatrzymywać się nie będę, gdyż o ile mi wiadomo, podano ją dotychczas tylko w odniesieniu do kryształów, a nie dla materiałów technicznych. Natomiast przejdę do *wytrzymałości materiału*. Jest to znowu pojęcie czysto techniczne, zrodzone z potrzeby praktycznej ujęcia teoretycznego wytrzymałości części konstrukcyjnej w zależności od samego materiału, z którego ją sporządzono, aby obliczenie przy projektowaniu było możliwe.

Biorąc ściśle nie można określić ilościowo wytrzymałości materiału przez podanie stałych wartości liczbowych znalezionych doświadczalnie dla tego materiału, gdyż te wartości zależą wogóle od postaci ciała i rozmieszczenia w nim naprężeń powstałych pod obciążeniem. Atoli zadowalając się przybliżeniem wystarczającym praktycznie w bardzo wielu przypadkach możemy powiedzieć że:

Wytrzymałość materiału określają ilościowo doświadczalne wartości krytyczne naprężeń lub odkształceń w stanie napięcia, określonym wogóle danym stosunkiem naprężeń głównych.

Przez *wartości krytyczne* rozumiemy przy tym takie wartości, przy których pojawiają się albo niepożądane odkształcenia plastyczne (trwałe), albo też pęknięcie (w przypadku materiałów kruchych).

Ta definicja ogólna jest z natury rzeczy dość złożona, ale upraszcza się bardzo w przypadkach odpowiednio prostych, a technicznie ważnych, jak np.:

1) *wytrzymałość na proste rozciąganie* lub *ściskanie prętów* — określone jednym tylko naprężeniem głównym — jest wartością krytyczną tego naprężenia (zwaną także *wartością niebezpieczną)*.

2) *Wytrzymałość na proste ścinanie* (jakie zachodzi w przekrojach pręta narażonego tylko na siłę tnącą, albo na moment skręcający), określone samym tylko naprężeniem stycznym τ (lub równoważnymi mu naprężeniami normalnymi σ i $-\sigma$ w przekrojach wzajemnie prostopadłych i obróconych o 45°) jest wartością krytyczną naprężenia tnącego (równą dla metali elastoplastycznych 0,58 wartości krytycznej σ).

3) *Wytrzymałość na zginanie,* która się sprowadza zwykle do wyznaczenia wartości krytycznej naprężeń we włóknach skrajnych, narażonych na proste rozciąganie lub ściskanie.

Określenia powyższe odbiegają nieco od tych, jakie daje zwykła praktyka. Ilustruje ją dobrze np. próba wytrzymałości na osiowe

ściskanie pręta. W próbie takiej zwiększamy siłę obciążającą P aż do wartości krańcowej P_w, przy której stany równowagi stałej pręta przechodzą w stan równowagi chwiejnej, po czym (o ile nie zajdzie zupełne zniszczenie pręta) wytwarzają się nowe stany równowagi pręta trwale odkształconego przy sile P mniejszej od P_w. Wtedy P_w bywa uważane za wytrzymałość pręta, jakkolwiek niedopuszczalne w konstrukcji odkształcenia trwałe pojawiły się już przed tym przy wartości siły P mniejszej od P_w.

Przechodząc do *wytężenia,* zaznaczę, że termin ten stosowałem w moich pracach i wykładach w znaczeniu następującym:

Przez *wytężenie* rozumiemy wielkość mechaniczną (lub zespół takich wielkości), która mierzy niebezpieczeństwo pojawienia się odkształceń trwałych o wartości uznanej w praktyce za szkodliwą i prowadzącą do pęknięcia (przy dalszym zwiększaniu wartości liczbowej obciążeń części konstrukcyjnej, danych co do kierunku i położenia).

Przypuszczam, że mieszanie pojęć *wytrzymałość i wytężenie,* na które zwrócił uwagę Redaktor „Mechanika", proponując ich wyjaśnienie w artykule niniejszym, powstaje dlatego, ponieważ najczęstsze i najprostsze obliczenia wytrzymałościowe odnoszą się do zwykłego *rozciągania* lub *ściskania jednoosiowego.* Wtedy zaś jest rzeczą obojętna, czy wytężenie mierzymy tradycyjnie wielkością naprężenia, czy też wielkością wydłużenia właściwego, czy wreszcie stosowną funkcją tych wielkości, jak np. pracą odkształcenia. Wszystkie bowiem rosną i maleją razem z wartością obciążenia.

Atoli rzecz się ma zgoła inaczej, gdy mamy do czynienia z przypadkami obciążenia, które wywołują w materiale *złożony stan napięcia,* określony wogóle trzema naprężeniami głównymi σ_1, σ_2, σ_3 o kierunkach wzajemnie prostopadłych. Wtedy zakorzenione u wszystkich techników od lat 150 pojęcie *naprężenia niebezpiecznego* (wzgl. *bezpiecznego)* traci nieraz zupełnie sens i winno być zastąpione ogólniejszym pojęciem *wytężenia.* Określiwszy dla materiału danego miarę wytężenia na podstawie odpowiedniej hipotezy wytrzymałościowej, możemy następnie dla wygody projektującego przerachować wytężenie przy danym stosunku naprężeń głównych $\sigma_1 : \sigma_2 : \sigma_3$ na równoważne mu wytężenie przy jednoosiowym stanie napięcia, czyli na t. zw. *naprężenie sprowadzone* czyli *zastępcze.* Objaśnią to najlepiej przykłady następujące:

1) Tak zwane *proste ścinanie,* występujące np. przy skręcaniu prętów, jest jak wiadomo dwuwymiarowym stanem napięcia określonym w sposób dwojaki: a) *naprężeniami stycznymi* o wspólnej wartości liczbowej τ, działającymi na 4 ściany kostki elementarnej wyciętej w myśli z materiału, albo

b) dwoma *naprężeniami głównymi* σ i $-\sigma$, działającymi w przekrojach tej kostki, przy czym jest $\sigma = \tau$.

Przyjąwszy dla metali elasto-plastycznych, że *miarą wytężenia* jest ta część V_f energii sprężystej, która odpowiada samemu tylko odkształceniu postaciowemu, otrzymujemy dla niej przy prostym rozciąganiu naprężeniem wyrażenie

$$V_f = \frac{m+1}{3\,mE}\,\sigma^2$$

gdzie m jest *liczbą Poissona,* a przy prostym ścinaniu:

$$V_f = \frac{m+1}{mE}\,\tau^2$$

Ażeby więc w obu przypadkach zachodziło to samo wytężenie, winno być: $\sigma_1^2 = 3\tau$. czyli *naprężenie zastępcze:* $\sigma_1 = 1{,}732\ \tau$. Naodwrót niebezpieczna wartość naprężenia przy prostym ścinaniu, t. j.

$$\tau_{nieb} = \frac{1}{1{,}732}\,\sigma_1 = 0{,}58\,\sigma_1$$

jeżeli σ_1 oznacza wartość niebezpieczną prostego ciągnienia[2]).

2. Przy *wszechstronnym równomiernym ściskaniu* ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = -p$) jest według powyższej hipotezy energetycznej oczywiście $V_f = 0$, podczas gdy przy jednoosiowym stanie napięcia jest, jak powyżej:

$$V_f = \frac{m+1}{3\,mE}\,\sigma_1^2$$

Z tego wynika, że naprężenie zastępcze jest równe zeru, bez względu na wartość p, czyli że dowolnie wielka wartość p nie jest niebezpieczna dla materiału izotropowego. Także ten wynik można uważać za potwierdzony przez doświadczenia, np. dawniejsze *Augusta Föppla,* a nowsze *Bridgemana* w Ameryce, który poddawał metale i inne materiały ciśnieniu hydrostatycznemu kilkudziesięciu tysięcy atmosfer bez najmniejszej szkody, podczas gdy kilkadziesiąt albo kilkaset razy mniejsze naprężenie przy jednoosiowym ściskaniu wystarczały do wyraźnych odkształceń trwałych. W tym więc przypadku można sobie pozwolić na naprężenie bezpieczne dowolnie wielkie. Jest to, co prawda przypadek wyjątkowy, ale zbliża się doń wytężenie materiału w miejscach stykania się kul lub wałków łożysk tocznych z panewkami i to właśnie wyjaśnia dopuszczalność tak wielkich naprężeń w tych miejscach, o jakich się dawniej nie śniło technikom, współczesnym *C. Bachowi.*

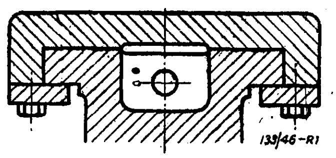
---

[2]) Wynik ten potwierdzają liczne badania doświadczalne z błędem daleko mniejszym, niż ten, który daje zastosowanie innych teoryj wytrzymałościowych.

Prof. dr inż. WACŁAW MOSZYŃSKI

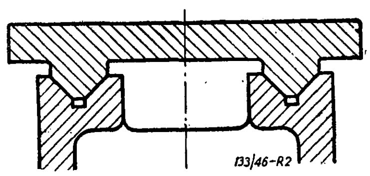
PROWADNICE

Prowadnicami w najogólniejszym tego słowa znaczeniu nazywamy te wszystkie elementy, które pozwalają nadawać dwom współpracującym częściom maszynowym nieprzerwany ciąg określonych wzajemnych położeń; przechodząc jednak do ściślejszego znaczenia słowa, musimy spośród elementów tych wyłączyć złożenia łożyskowe (czop i panew), gwintowe (śruba i nakrętka) oraz układy krzywkowe.



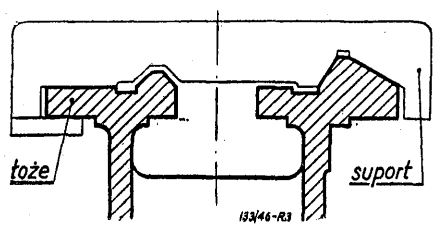
Rys. 1.

Najczęściej *prowadnice* są *prostoliniowe,* rzadziej *kołowe,* jeszcze rzadziej *krzywoliniowe.*



Rys. 2.

Prowadnice są *zamknięte* (rys. 1) lub *otwarte* (rys. 2), zależnie od tego, czy same przez się uniemożliwiają złożonym częściom wzajemne poprzeczne odsunięcie się, czy też jest ono możliwe.

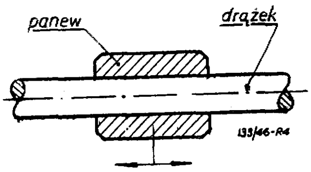


Rys. 3.

Prowadnice są *zewnętrzne* lub *wewnętrzne* w zależności od tego, czy ich powierzchnie robocze są powierzchniami zewnętrznymi lub wewnętrznymi złączonych części maszynowych; w tym ujęciu rzeczy łoże tokarki (rys. 3) posiada prowadnice zewnętrzne, suport zaś wewnętrzne[1]).

Poza tym rozróżniamy *prowadnice stałe* i *ruchome,* należące do części pozostających w spoczynku i w ruchu[2]).

Zazwyczaj jedna z części złożonych jest znacznie dłuższa od drugiej; rozróżnialibyśmy więc *prowadnice długie* i *krótkie,* jakkolwiek obie części mogą być nieraz dość znacznej długości (stół i łoże w strugarkach wzdłużnych).

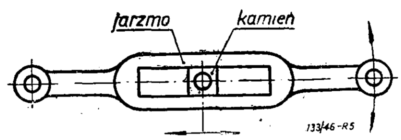


Rys. 4.

Krótką część ogólnie nazywamy *wodzikiem,* długą zaś *wodzidłem*[3]).

W przypadkach, gdy części — ruchoma i stała — nie różnią się zbytnio długością (jak np. w strugarkach poprzecznych), część ruchomą nazywamy *suwakiem,* nieruchomą—*suwadłem.* Niezależnie od określeń ostatnio podanych nazywamy powyższe części tłokami, stołami, suportami, łożami i t. d., bądź zwyczajowo, bądź w zależności od spełnianej funkcji.

O ile część długa (wodzidło) przybiera kształt pręta, nazywamy ją *drążkiem* (rys. 4) lub *jarzmem* (rys. 5), w zależności od tego, czy posiada prowadnice zewnętrzne, czy wewnętrzne. Wodzik w tym przypadku nosiłby nazwę *panwi* (rys. 4) lub *kamienia* (rys. 5).



Rys. 5.

Po tym ogólnym przeglądzie przejdźmy obecnie do *prowadnic obrabiarkowych.* Z punktu widzenia ich zarysu — rozróżniać należy *prowadnice prostokątne* (rys. 1) *trapezowe* (rys. 6) i *trójkątne* (rys. 2)[4]); te ostat-

---

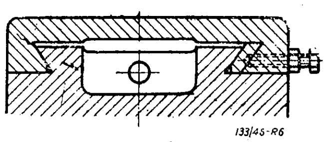
[1]) Nazwy podawane łączą się z pojęciami wymiarów *zewnętrznych* i *wewnętrznych* roboczych powierzchni prowadnic.

[2]) W napędach jarzmowych obie części są w ruchu.

[3]) Proponowane rozgraniczenie terminów *wodzik* i *wodzidło,* opiera się raczej na osobistym wyczuciu językowym Autora niż na tradycji językowej, która obie nazwy odnosi do ruchomych części maszyn lub narzędzi mierniczych. *(Przyp. red.).*

[4]) Proponowane nazwy różnią się od przyjętych w artykule p. *Filipa Podmiotki* „Uwagi o wykonywaniu prowadnic obrabiarek“ w Nr 1/46 „Mechanika“. Użyto tam określeń: prowadnice płaskie, w kształcie „jaskółczego ogona“ i pryzmowe. Nazwa powinna wiązać się z zarysem prowadnic, co wyłącza słowo — płaskie; należy unikać gwarowego wyrażenia „pryzma“, zastępując go prawidłowo nazwą *pryzmat.* Powszechnie utarła się nazwa *prowadnic pryzmatycznych,* którą logicznie należy zastąpić nazwą — *trójkątnych.* Ścięcia wierzchołków nie mają tu znaczenia, podobnie jak ścięcia w zarysie gwintów trójkątnych.

nie mogą być symetryczne i niesymetryczne, przy czym bardzo często występują łącznie z prostokątnymi (rys. 3). Z punktu widzenia



Rys. 6.

warunków ich pracy, rozróżnić należy *prowadnice ruchowe* i *spoczynkowe*, inaczej *przestawne*, zależnie od tego czy umożliwiają wzajemny ruch części podczas pracy maszyny, czy też podczas jej przygotowania do pracy (przestawianie konika tokarki wzdłuż lub w poprzek).

Prowadnice ruchowe mogą być *robocze* lub *posuwowe*, względnie *dosuwowe*, w zależności od tego, czy praca ich wiąże się z roboczym ruchem maszyny (prowadnice stołu w strugarce wzdłużnej), czy posuwowym (prowadnice stołu w strugarce poprzecznej), względnie dosuwowym (prowadnice poprzeczne wrzeciennika szlifierki do wałków).

Wreszcie z punktu widzenia możliwości usuwania luzu — rozróżniamy *prowadnice doszczelniane* (rys. 6), *niedoszczelniane* (rys. 1) i *samodoszczelniające* (rys. 2).

Samodoszczelnianie prowadnic uwarunkowane jest ich kształtem i kierunkiem obciążenia.

Inż.-mech. STANISŁAW KUNSTETTER

LUTOWANIE, SPAWANIE, ZGRZEWANIE

Aby należycie rozróżnić między sobą procesy wymienione w tym artykule, należy ustalić kilka cech, charakteryzujących ich przebieg.

Lutowanie polega na połączeniu z sobą części metalowych przy pomocy materiału dodatkowego, zwanego *lutem*, który w czasie procesu zostaje doprowadzony do stanu płynnego. W zależności od rodzaju użytego lutu rozróżniamy *lutowanie miękkie*, przy użyciu np. cyny, oraz *lutowanie twarde* przy zastosowaniu np. mosiądzu. Źródłem ciepła przy lutowaniu miękkim jest nagrzana do wysokiej temperatury *kolba*. Przy lutowaniu twardym łączone przedmioty wraz z nałożonym lutem umieszcza się w piecu, ogrzewanym gazem, ropą lub elektrycznością.

Spawanie polega na stopieniu brzegów łączonych przedmiotów, najczęściej przy pomocy płomienia acetylenowego lub łuku elektrycznego. Przy łączeniu przy pomocy spawania najczęściej stosuje się dodawanie materiałów pomocniczych zwanych *spoiwem*, o składzie zazwyczaj zbliżonym do materiału łączonego.

Zgrzewanie polega na doprowadzeniu łączonych części do temperatury plastyczności i połączeniu ich przez wywarcie silnego nacisku. Stosowane tu materiały pomocnicze, zwane *topnikami* nie służą zasadniczo do łączenia, lecz tylko do ułatwienia tego procesu przez zabezpieczenie powierzchni przed utlenianiem i zwiększenie płynności powstającego tu żuzla.

Spotykamy się najczęściej z następującymi rodzajami zgrzewania:

Zgrzewanie ogniskowe albo *kowalskie*, gdzie łączone części zostają podgrzane w ognisku lub piecu, a następnie połączone przy pomocy uderzenia młotem.

Zgrzewanie punktowe lub *liniowe* dokonywa się przy użyciu specjalnej maszyny elektrycznej zwanej *zgrzewarką punktową lub liniową*. Miejsca łączone zostają podgrzane wskutek przepuszczenia przez nie prądu elektrycznego. Docisk, konieczny do połączenia, wywiera maszyna.

*Zgrzewanie stykowe**), stosowane dość często w produkcji np. przy wykonywaniu narzędzi trzonkowych do łączenia części roboczej ze stali szybkotnącej z trzonkiem ze stali węglowej, wymaga stosowania specjalnej maszyny elektrycznej, zwanej *zgrzewarką stykową*.

Pewną trudność w klasyfikacji sprawia sposób, stosowany do łączenia nakładanych płytek ze stali szybkotnącej na trzonek ze stali węglowej. Użyty tu lut (jak wykazują szlify metalograficzne) odgrywa istotną rolę łącznika, zbliżając ten sposób do lutowania. Z drugiej strony połączenie następuje przy wywarciu silnego nacisku (przez uderzenie młotem lub zaciśnięcie w imadle), co upodabniałoby omawiany proces do zgrzewania. Aby uwypuklić ten mieszany charakter został zaproponowany, w licznych na ten temat prowadzonych dyskusjach, termin *luto-zgrzewania*. W każdym razie wykluczyć należy dość rozpowszechnioną nazwę „napawania płytek", gdyż właśnie proces ten, ze względu na nieprzechodzenie brzegów łączonych części przez stan płynny, nie ma ze spawaniem nic wspólnego.

*) W artykule *inż.-mech. Stanisława Kunstettera* p.t. „Wiertła piórkowe", zamieszczonym w zeszycie 3/46 czasopisma „Mechanik", nazwano ten proces *spawaniem stykowym* (str. 80 i rys. 12). Termin ten, jakkolwiek bardzo rozpowszechniony, powinien ustąpić wyrazowi poprawniejszemu: *zgrzewanie*.

DZIAŁ NORMALIZACYJNY

W sprawie klasyfikacji i znakowania inwentarza narzędziowego

Po wyczerpujących dyskusjach Komisja Techniki Warsztatowej powzięła decyzję utrzymania dotychczasowego *systemu klasyfikacji i znakowania inwentarza narzędziowego*, ujętego normami: PN/N-800, 801, 802, 803, 805 i 815.

Decyzja ta, nie przesądzając na przyszłość słuszności czy celowości zmiany na system inny (np. cyfrowo-literowy, względnie tylko cyfrowy — dziesiętny) opiera się na następujących przesłankach:

1. Opracowanie i uzgodnienie nowego systemu trwałoby dłuższy okres czasu (co najmniej kilka miesięcy), co przy obecnej konieczności szybkiego uporządkowania spraw narzędziowych zarówno w zagadnieniach normalizacyjnych, jak i gospodarce inwentarzem narzędziowym jest nie do przeprowadzenia.

2. Dawny system rozwiązał w sposób dość celowy i wygodny sprawę klasyfikacji i znakowania i pomimo bardzo krótkiego okresu próby (data wydania norm grudzień 1938 r.) był już z pożytkiem stosowany przez niektóre duże fabryki.

Obecnie, nie mogąc z przyczyn technicznych, podjąć nowego wydania wyżej wymienionych norm, ograniczymy się do podania obszernych wyciągów umożliwiających zaprowadzenie zgodnej z normami klasyfikacji narzędzi.

S. K.

WSTĘP DO NORM
klasyfikacji i znakowania inwentarza narzędziowego.

Celem niniejszych norm jest ujednostajnienie sposobu prowadzenia *inwentarza narzędziowego* przez ustalenie zasad podziału i znakowania przedmiotów, wchodzących w jego skład.

Do inwentarza narzędziowego zalicza się wszelkie *narzędzia pomocnicze,* stosowane w produkcji ręcznej i maszynowej w wszelkiego rodzaju wytwórniach i warsztatach.

Sposoby klasyfikowania i znakowania przedmiotów inwentarza narzędziowego, zastosowane w dzisiejszych normach, oparte są na Polskich Normach PN/N-804 i PN/N-804a, zgodnie z którymi sposób znakowania przyjęty został literowo-cyfrowy.

Symbol każdego przedmiotu inwentarza narzędziowego składa się z dwóch części:

Część pierwsza — literowa określa: dział, grupę, typ i rodzaj przedmiotu.

Część druga — cyfrowa określa: wielkość danego przedmiotu. Np. młotki blacharskie równiaki dwustronne o ciężarze 0,4 kG posiadają symbol:

RMBd 0,4

część literowa część cyfrowa

P i e r w s z y z n a k symbolu określa *dział* inwentarza narzędziowego, do którego należy dany przedmiot. Znakiem tym jest duża litera, przeważnie początkowa nazwy danego działu. Np. dział narzędzi rzemieślniczych oznaczony jest literą *R*.

D r u g i z n a k symbolu określa *grupę* do jakiej w obrębie działu zalicza się przedmiot. Znakiem tym jest duża litera, przeważnie początkowa nazwy danej grupy. Np. grupa młotków w dziale *R* — narzędzi rzemieślniczych oznaczona jest literą *M*.

T r z e c i z n a k symbolu określa *typ,* do jakiego w obrębie grupy zalicza się dany przedmiot. Znakiem tym jest duża litera, przeważnie początkowa nazwy danego typu. Np. typ młotków blacharskich w grupie *M* — młotków, działu *R* — narzędzi rzemieślniczych, oznaczony jest literą *B*.

Czwarty znak symbolu określa *rodzaj,* do jakiego w obrębie typu zalicza się przedmiot. Znakiem tym jest mała litera kolejna alfabetu. Np. rodzaj młotków „równiaki dwustronne" w typie *B* młotków blacharskich, grupy *M* — młotków, działu *R* — narzędzi rzemieślniczych, oznaczony jest literą *d*.

Znaki dalsze symbolu stanowią wyróżnik liczbowy wielkości przedmiotu. Znakami tymi są przeważnie cyfry, oznaczające wymiar charakterystyczny przedmiotu (np. średnicę, długość, szerokość, ciężar i t. p.) lub inne oznaczenie cyfrowe w odpowiednim umówionym układzie, lub wreszcie umówiony numer wielkości.

Podział na działy.

Znak działu	Nazwa działu
D	Narzędzia do obróbki mechanicznej drewna
M	Pomoce pomiarowe
N	Narzędzia do skrawania metali
P	Przyrządy pomocnicze
R	Narzędzia i pomoce rzemieślnicze
T	Tłoczniki

KARTY MASZYNOWE OBRABIAREK

Jednym z najpilniejszych zadań naszego odbudowującego się przemysłu maszynowego jest dokonanie dokładnej *inwentaryzacji obrabiarek*. Inwentaryzacja pozwoli nam zorientować się, jakie i do czego przydatne obrabiarki posiadamy, jakie braki, zagrażające zamierzonej produkcji, posiada nasz park maszynowy. Ponadto zebrane przy tym w odpowiedni sposób dane ułatwią zaprojektowanie pomocy, rozplanowanie obróbki i najwłaściwsze wyzyskanie maszyn. Przy pracach tego rodzaju nieocenione usługi oddają t. zw. *karty maszynowe obrabiarek*, nazywane również „metrykami" „paszportami" lub też (niewłaściwie) „charakterystykami" czy „kartami wydajności" obrabiarek. Są to powielane lub drukowane blankiety, opracowane oddzielnie dla poszczególnych grup maszyn, zawierające zestawienie wszystkich najważniejszych wymiarów i cech charakterystycznych, danych o wydajności, rodzaju napędu, wyposażenia i t. p. Karta maszynowa zawiera więc nie tylko dane inwentaryzacyjne, a więc cechy handlowe maszyny, ale nadto informacje dla biura fabrykacyjnego i konstrukcyjnego. Układ karty winien być możliwie przejrzysty; poszczególne rubryki powinny być zestawione w ten sposób, aby ich wypełnianie było możliwie łatwe, do pewnego stopnia mechaniczne, a zatym dostępne nawet dla mniej wyrobionego personelu technicznego.

Szereg naszych fabryk posiada lub posiadało opracowane przez siebie wzory kart maszynowych. W chwili obecnej jednak bardziej niż kiedykolwiek zależy na *ujednostajnieniu metod inwentaryzacji*. W wielu zakładach przemysłowych zespół maszyn jest w pewnej mierze przypadkowy i nieraz obrabiarka zbędna w jednej fabryce może być nieodzownie potrzebna dla produkcji w innej. Dla uporządkowania tego rodzaju zagadnień, wypełnione jednoznacznie przez wszystkich, nawet chwilowych posiadaczy, znormalizowane karty maszynowe oddadzą ogromne usługi. Karta ułatwi odszukanie i stwierdzenie przydatności odpowiedniej maszyny, a w razie sprzedaży czy zamiany obrabiarki może być z nią razem przekazana.

Opierając się na powyższych motywach Instytut Naukowy Organizacji i Kierownictwa, Oddział Warszawski, przy współpracy Komisji Techniki Warsztatowej PKN, opracował dla najważniejszych typów obrabiarek i przystąpił do wydania drukiem *„Kart maszynowych INO"*. Układ tych kart oparto na najbardziej rozpowszechnionych w naszym przemyśle t. zw. kartach AWF z szeregiem uzyskanych w praktyce udoskonaleń i poprawek. Zasadniczą inowacją są opracowane dodatkowo dla każdej grupy maszyn t. zw. *karty wielkości charakterystycznych*, zawierające szkice typowych maszyn danej grupy i schematy pomiarów wielkości charakterystycznych, przeznaczonych do umieszczenia w karcie maszynowej. Opierając się na znanej zasadzie, że najbardziej zrozumiałym językiem dla wszystkich techników jest rysunek, należy oczekiwać, że metoda ta ułatwi wypełnianie i odczytywanie kart maszynowych.

W jednym z najbliższych numerów „Mechanika" zaznajomimy czytelników z przykładami układu kart maszynowych, podamy ich dokładniejszy opis i wskazówki posługiwania się w praktyce. *W. S.*

Z DZIAŁALNOŚCI KOMISJI TECHNIKI WARSZTATOWEJ PKN

Prace Komisji Techniki Warsztatowej prowadzone były w dalszym ciągu w dwóch zasadniczych kierunkach:

1. rewizja i kwalifikowanie do ponownego wydania w druku norm przedwojennych,
2. opracowywanie projektów norm;
   a) w miejsce unieważnionych norm dawnych,
   b) z dziedzin, które dotychczas nie były objęte normami.

W okresie sprawozdawczym Komisja po wprowadzeniu nieznacznych zmian zakwalifikowała do druku i przekazała Komisji Redakcyjnej PKN następujące normy przedwojenne:

1. PN/N-143 — Pogłębiacze stożkowe 60°
2. PN/N-144 — „ „ 75°
3. PN/N-145 — „ „ 90°
4. PN/N-146 — „ „ 120°
5. PN/N-270 — Stożki Morse'a (chwyty)
6. PN/N-271 — „ „ (gniazda)
7. PN/N-275 — Przejście od stożków Morse'a do trzpienia o większej średnicy
8. PN/N-279 — Kliny do wybijania chwytów stożkowych z gniazd obrabiarek
9. PN/N-416 — Nakrętki T-owe
10. PN/N-560 — Kanały T-owe nieobrobione
11. PN/N-561 — „ „ obrobione
12. PN/N-500 — Obrabiarki do metali. Ogólne zasady badań odbiorczych.

Ponadto zakwalifikowano do ponownego wydania następujące normy *narzędzi rzemieślniczych:*

Seria I

1. PN/N-1100 — Skrobaki płaskie
2. PN/N-1110 — „ trójkątne
3. PN/N-1501 — Otwory w młotkach
4. PN/N-1502 — Trzonki do młotków ślusarskich
5. PN/N-1510 — Młotki ślusarskie zwykłe
6. PN/N-1555 — Przecinaki ślusarskie
7. PN/N-1560 — Wycinaki ślusarskie
8. PN/N-1561 — Wycinaki ślusarskie półokrągłe
9. PN/N-2050 — Piłki do metali jednostronne
10. PN/N-2055 — Piłki do metali dwustronne
11. PN/N-2080 — Oprawki do piłek do metali stałe

Seria II

1. PN/N-1575 — Dociskacze do nitów
2. PN/N-1641 — Punktaki ślusarskie
3. PN/N-1750 — Szczypce płaskie — krótkie
4. PN/N-1751 — „ „ wydłużone
5. PN/N-1760 — „ okrągłe krótkie
6. PN/N-1761 — „ „ wydłużone
7. PN/N-1770 — „ z bocznymi nożami płaskie — krótkie
8. PN/N-1771 — Szczypce z bocznymi nożami płaskie wydłużone
9. PN/N-1780 — Szczypce uniwersalne płaskie
10. PN/N-1781 — „ „ półokrągłe
11. PN/N-2150 — Imadło ręczne
12. PN/N-2335 — Lutownice zwykłe kątowe

Opracowano następujące *projekty norm* na miejsce anulowanych norm przedwojennych:

1. PN/N-615. Przekroje materiałów na narzędzia. Projekt ten ma zastąpić następujące normy: PN/N-616, 617, 618, 619, 620, 621. Norma ta będzie stanowić normę podstawową dla opracowania szczegółowych norm narzędzi. Projekt został przesłany celem uzgodnienia do Wydziału Normalizacyjnego Hutniczego Instytutu Badawczego w Gliwicach.

Następujące względy zmusiły do opracowania projektu PN/N-615 wzamian dotychczasowych norm:

a) dawne normy określały przekroje materiałów wyłącznie na noże, podczas gdy dla wszystkich innych narzędzi brak było odpowiednich norm.
b) norma nie podawała tolerancyj wykonawczych wymiarów materiału. Wielkości projektowanych tolerancyj oparte zostały na normie szwajcarskiej VSM-34112.
c) ilości normalnych przekrojów w dawnych normach nie były wystarczające, dla rozszerzonego zakresu projektowanej normy. Projektowane przekroje są zgodne z normami: holenderskimi, niemieckimi i szwajcarskimi.

2. PN/N-104. Średnice wierteł pod gwinty.

W projekcie tym podciągnięto średnice do znormalizowanych wymiarów średnic wierteł, ponadto rozszerzono zakres na gwinty Whitwortha przytępione oraz gwinty metryczne drobnozwojowe.

3. PN/N-603a. Wartości kątów zaszlifowania noży ze stali narzędziowej węglowej, stopowej i szybkotnącej.

PN/N-603b. Wartości kątów zaszlifowania noży z płytkami ze spiekanych węglików metali.

Powyższe projekty ujmują zagadnienie w sposób zasadniczo odmienny w stosunku do dawnej normy przez:

a) wprowadzenie osobnej normy dla noży z płytkami ze stopów spiekanych,
b) rozszerzenie zakresu i dokładne określenie rodzajów materiału skrawanego,
c) uwzględnienie kąta pochylenia krawędzi tnącej.

Komisja Techniki Warsztatowej na wniosek *inż. St. Kunstettera* postanowiła wprowadzić nowy *układ norm narzędziowych*, polegający na tym, że dla każdej grupy norm obejmujących pewien rodzaj narzędzi zostanie opracowana *norma wprowadzająca*. Norma ta będzie zawierała wykaz norm związanych z danym rodzajem narzędzi odnośnie zastosowania, konstrukcji, wykonania i materiału.

Komisja Techniki Warsztatowej po dłuższych rozważaniach i dyskusjach nad sprawą klasyfikacji inwentarza narzędziowego postanowiła zachować dotychczasowy system oparty na normach: PN/N-800, 801, 802, 803, 805, 815.

Inż. E. Misiurewicz przedstawił Komisji referat p.t.: „Zagadnienie normalizacji wyposażeń elektrycznych obrabiarek".

W ostatnim czasie Komisja nawiązała współpracę z Towarzystwem Starachowickich Zakładów Górniczych.

Podkomisja Obróbki Cieplnej opracowała projekt normy p. t.: „Rodzaje Obróbki Cieplnej". Projekt ten został przesłany celem uzgodnienia do Wydziału Normalizacyjnego Hutniczego Instytutu Badawczego w Gliwicach.

Komisja Techniki Warsztatowej współpracowała z Instytutem Naukowej Organizacji nad opracowaniem *kart maszynowych dla obrabiarek*. Opracowano w tym czasie karty dla: tokarki, rewolwerówki, strugarki podłużnej. *W. G.*

Z DZIAŁALNOŚCI KOMISJI RYSUNKU TECHNICZNEGO PKN

Redakcja czasopisma technicznego „Mechanik" pragnie podzielić się z czytelnikami wiadomością, która zaciekawi zarówno uczniów i słuchaczy szkół technicznych, jak i wytrawnych konstruktorów, zarówno czytelników książek technicznych, jak i autorów, przygotowujących do druku podręczniki o kreśleniach technicznych.

Przewodniczący Komisji Rysunku Technicznego PKN *prof. dr Wacław Moszyński* przystąpił do opracowania *normy rysunku technicznego.* Całość normy obejmie pięć działów: ogólny, porządkowy, przedstawieniowy, porządkowy wymiarowania i zasad wymiarowania.

Pierwszy dział, ogólny, obejmie około 100 pojęć. związanych ze słowem *rysunek*, szczegółowe omówienie techniki oznaczeń części normalnych na rysunkach i skrótów umownych, oraz wytyczne numeracji rysunków technicznych. Dział drugi, porządkowy, obejmie rozmiary arkuszy, podziałki, rodzaje i grubości linij, wzory i rozmiary liter, cyfr, tabliczek i wyszczególnień, oraz wytyczne sporządzania rysunków dla klisz drukarskich i przezroczy. Dział trzeci, porządkowy, obejmie znaczenie różnych rodzajów linij, rzutowanie, technikę przekrojów i urywań, oraz umowne przedstawienia różnych normalnych elementów maszynowych, nitów, spoin i zgorzein, śrub, przewodów rurowych, łożysk tocznych, smarownic, sprzęgieł i najrozmaitszych napędów. Dział czwarty obejmie stronę porządkową wymiarowania, a ostatni dział zasady wymiarowania.

Projekty tych norm zostaną ogłoszone w najbliższych zeszytach czasopisma „Mechanik".

Polskie Normy

ŚREDNICE WIERTEŁ POD GWINTY

PN
N–104
(PROJEKT)

PN/N–104 z 1932 r.
unieważniona

Gwint metryczny PN/G-205 i 206	Gwint metryczny drobny PN/G-208	Gwint Whitworth'a PN/G-240 PN/G-241	Gwint rurowy PN/G-301 PN/G-302	Średnica wiertła mm	Gwint metryczny PN/G-205 i 206	Gwint metryczny drobny PN/G-208	Gwint Whitworth'a PN/G-240 PN/G-241	Gwint rurowy PN/G-301 PN/G-302	Średnica wiertła mm
M 1				0,75	M 14			R 1/4"	11,75
	M 1×0,2			0,8		M 14×1,5			12,25
M 1,2				0,95			5/8"		13,5
	M 1,2×0,2			1	M 16				13,75
M 1,4				1,1		M 16×1,5			14,25
	M 1,4×0,2			1,2	M 18			R 3/8"	15,25
M 1,7				1,3		M 18×1,5	3/4"		16,5
	M 1,7×0,2			1,5	M 20				17,25
M 2				1,6		M 20×2			17,75
	M 2×0,25			1,8	M 22		7/8"	R 1/2"	19,25
M 2,3				1,9		M 22×2			19,75
M 2,6	M 2,3×0,25			2,1	M 24				20,75
	M 2,6×0,35			2,3				R 5/8"	21
M 3				2,5		M 24×2			21,75
	M 3×0,35			2,7			1"		22
M 3,5				2,9	M 27				23,75
	M 3,5×0,35			3,2		M 27×2	1 1/8"	R 3/4"	24,75
M 4				3,3	M 30				26
	M 4×0,4			3,5		M 30×2	1 1/4"		27,75
M 4,5		3/16"		3,7				R 7/8"	28,5
	M 4,5×0,5			4,0	M 33				29
M 5				4,2			1 3/8"		30,5
M 5,5	M 5×0,5			4.5		M 33×2		R 1"	31
M 6	M 5,5×0,5			5	M 36				31,5
		1/4"		5,1		M 36×3			32,5
	M 6×0,75			5,2			1 1/2"		33,5
M 7				6	M 39				34,5
	M 7×0,75			6,2		M 39×3		R 1 1/8"	35,5
		5/16"		6,5			1 5/8"		36
M 8				6,7	M 42				37
	M 8×0,75			7,2		M 42×3			38,5
M 9				7,7			1 3/4"		39
		3/8"		7,9				R 1 1/4"	39,5
	M 9×1			8	M 45				40
M 10				8,4		M 45×3	1 7/8"		41,5
			R 1/8"	8,8				R 1 3/8"	42
	M 10×1			9	M 48				42,5
		7/16"		9,2		M 48×3	2"		44,5
M 11				9,4				R 1 1/2"	45,5
M 12				10	M 52				46,5
	M 12×1,5			10,25		M 52×3			48,5
		1/2"		10,5				R 1 5/8"	50

Średnice wierteł pod gwinty metryczne drobnozwojowe według norm: PN/G-209 PN/G-210; PN/G-211 i PN/G-212 można obliczać z wzoru:

Średnica wiertła = średnica nom. gwintu — skok gwintu.

Maj 1946 r.

Termin zgłaszania sprzeciwów *15* sierpnia *1946* r.

Polskie Normy

Wartości kątów zaszlifowania noży

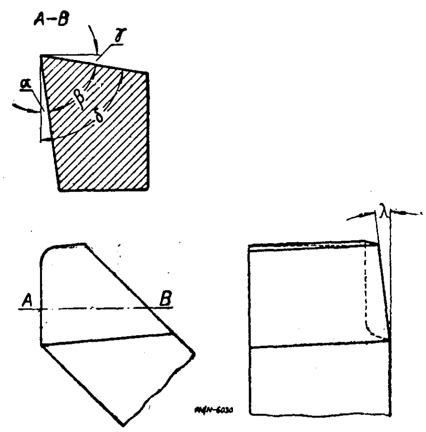
ze stali narzędziowej węglowej, stopowej i szybkotnącej

PN

N—603a

(PROJEKT)

PN/N—603 z 1930 r.
unieważniona



Materiał skrawany	Wytrzym. na rozerwan. R_r kG/mm²	Twardość H_B kG/mm²	Kąty w stopniach				
			przyłożenia α	ostrza β	natarcia γ	skrawania δ	pochył. krawędzi tnącej λ
Stal węglowa	35 ÷ 50		8	57 ÷ 62	25 ÷ 20	65 ÷ 70	4
Stal węgl. i stopowa	50 ÷ 85		8 ÷ 7	62 ÷ 68	20 ÷ 15	70 ÷ 75	6
Stal automatowa	40 ÷ 50		7	70	13	77	4
Stale stopowe	85 ÷ 100		7	73	10	80	4
Stale stopowe	100 ÷ 140		7	75	8	82	4
Staliwo	40 ÷ 60		8	68	14	76	6
Zeliwo		120 ÷ 180	8	68	14	76	4
Zeliwo		> 180	8	72	10	80	4
Brąz i spiż		55 ÷ 85	8	68	14	76	4
Mosiądz		45 ÷ 90	8	68	14	76	4
Mosiądz		90 ÷ 130	8	74	8	82	4
Mosiądz autom.		120	6	84	0	90	4
Alumin. miękkie		24 ÷ 30	12	38	40	50	—10
Alumin. twarde		30 ÷ 60	7	65	18	72	—10
Lekkie stopy autom.		100 ÷ 140	6	80	4	86	6
Silumin		55 ÷ 90	7	61 ÷ 68	22 ÷ 15	75 ÷ 68	— 4
Elektron		50 ÷ 80	10	70 ÷ 75	10 ÷ 15	85 ÷ 80	—10

Kąt natarcia γ należy traktować jako wielkość orientacyjną.

Oznaczenia i nazwy kątów i powierzchni noży . . . . PN N — 602

Maj 1946 r.

Termin zgłaszania sprzeciwów *15* sierpnia *1946* r.

MŁODY MECHANIK

DRODZY, MŁODZI PRZYJACIELE!

Zgodnie z założeniami programowymi naszego pisma, otwieramy w zeszycie niniejszym dział p. n. „MŁODY MECHANIK".

W dziale tym znajdziecie rzeczy nowe, uzupełniające wiadomości, zdobyte w szkole, oraz rzeczy dawne, obrazujące wysiłki uczonych i inżynierów na polu nauki i techniki. Zadaniem artykułów, zamieszczanych w „Młodym Mechaniku", jest zatym pogłębianie i rozszerzanie Waszych horyzontów technicznych, a nie nauczanie.

W młodości, w czasie studiów powinniście zrozumieć pożyteczność i doniosłość czasopisma technicznego, które będzie Wam służyć przez całe życie, jako nieodstępny towarzysz i doradca.

W młodości powinniście zrozumieć, iż zawód technika wymaga stałej, wytężonej pracy nad sobą.

„Kto nie idzie naprzód, ten się cofa!" Hasło to powinno stanowić zarówno przestrogę, jak i zachętę do stałego uzupełniania i pogłębiania wiadomości celem utrzymania się na poziomie współczesnej wiedzy fachowej.

Tworzymy dla Was dział w czasopiśmie „Mechanik", a nie odrębne czasopismo. Czas bowiem szybko płynie, szybciej niż nam się czasem wydaje. Dziś siedzicie na ławie szkolnej, jutro lub pojutrze staniecie do pracy w warsztatach czy też biurach konstrukcyjnych, zależnie od Waszych zdolności, czy też zamiłowań. Dziś może niektóre artykuły, zawarte w „Mechaniku" są trudne i niedostępne. Jutro lub pojutrze przeczytacie je z pełnym zrozumieniem. Dziś może nie doceniacie, ile rad i wskazówek praktycznych zawierają artykuły, pisane pod hasłem „z praktyki dla praktyki". Jutro lub pojutrze zrozumiecie to dobrze, gdy przechowywany w Waszej bibliotece zawodowej dawny rocznik „Mechanika" da Wam odpowiedź na niejedno pytanie i rozwieje niejedną wątpliwość, jaka nasunie się w toku Waszej pracy zawodowej. Dlatego też przechowujcie starannie poszczególne zeszyty „Mechanika" i z końcem każdego roku oprawiajcie tom po tomie.

Nietylko czytajcie uważnie artykuły, zawarte w „Mechaniku", lecz dzielcie się swymi uwagami i zwracajcie się z zapytaniami. Redakcja czasopisma zawsze znajdzie czas, by uwagi Wasze rozpatrzyć i na listy Wasze odpowiedzieć. *REDAKCJA*

Inż.-mech. ADAM TADEUSZ TROSKOLAŃSKI

O WARTOŚCI NAUKI

1. Można spotkać się z poglądem, iż celem *nauki* jest *prawda,* polegająca na zgodności myśli ludzkiej z rzeczywistością, a treścią *pracy naukowej* — odtwarzanie faktów, czy też odkrywanie prawdy. Mniemanie takie, równoznaczne z zaprzeczeniem twórczości w nauce, ograniczałoby jej rolę do gromadzenia i porządkowania faktów. W rzeczywistości zaś *nauka,* podobnie jak *sztuka,* jest twórczym dziełem człowieka.

Aby zrozumieć *wartość nauki,* zastanówmy się nad jej istotą i rozpatrzmy jej podstawowe cechy.

2. W nieskończonej mnogości sądów prawdziwych, tkwią zarówno prawdy błahe, wynikające z faktów przemijających niepostrzeżenie w naszej świadomości, jak i prawdy ważne, nadające się do wznoszenia gmachu wiedzy. Nie wszystkie zdania prawdziwe są *prawdami naukowymi.* Dlatego też nauka nie ogranicza się do gromadzenia wszystkich faktów prawdziwych, lecz z ogromnej ilości faktów wybiera tylko te, które tworzą treść poszczególnych dyscyplin naukowych.

Poza prawdziwością istnieją zatym jakieś inne kryteria, które zdania prawdziwe podnoszą do godności *prawd naukowych.* Jednym z takich kryteriów jest *warunek ogólności,* z którego wynika, iż nauka nie zajmuje się przypadkowymi, choćby prawdziwymi zdarzeniami, lecz faktami, powtarzającymi się stale i w odstępach, podlegających pewnej prawidłowości; ponadto nauka nie zajmuje się prawdami, dotyczącymi wyłącznie jednego człowieka, choćby to były prawdy dla niego doniosłe, lecz obejmuje swym zasięgiem prawdy, interesujące cały świat cywilizowany. Moglibyśmy zatym powiedzieć, iż zadanie nauki polega na tworzeniu *praw ogólnych,* wyrażających związki konieczne lub stałe. Definicja taka byłaby słuszna jedynie w odniesieniu do nauk przyrodniczych, a w szczególności matematyczno-fizycznych, lecz nie obejmowałoby nauk opisowych, jak np. historii, opierających się jedynie na faktach indywidualnych, które zdarzyły się tylko jeden raz i więcej mogą się nie powtórzyć.

Fakt, że kamień trącony przypadkowo przez taternika zleciał w przepaść, nie stanowi prawdy naukowej, mimo iż zjawisko spadania

odbyło się w sposób zgodny z prawami mechaniki. Natomiast fakt sprowadzenia Krzyżaków do Polski jest faktem naukowym, mimo iż był faktem odosobnionym i nie podlegającym żadnemu ogólnemu prawu.

Ogólność nie jest zatym wystarczającą cechą prawd naukowych.

3. Niektórzy uważają prawdy naukowe za zdania, zrodzone z potrzeby życiowej i zawierające rady praktyczne lub wskazówki właściwego działania. Według nich prawdy naukowe, określające nieuchronne następstwo faktów po sobie, pozwalają przewidywać przyszłość, i chronić tym samym ludzkość od cierpień i strat. Niewątpliwie niejedną zdobycz naukową zawdzięczamy potrzebom praktyki. Z historii techniki wiemy jednakże, iż nierównie więcej pożytku przyniosły ludzkości badania uczonych, owiane bezinteresownym entuzjazmem wiedzy i chęcią odkrycia tajemnic przyrody, niż wynalazki dokonywane z myślą o ich użytkowaniu. Mężowie tacy, jak *Galileusz, Newton, Faraday*, itd. byli największymi pionierami postępu technicznego, mimo iż badania ich dalekie były od jakiejkolwiek myśli o celach utylitarnych.

4. Zasadniczą cechą nauki jest zdolność wywoływania i zaspokajania *potrzeb intellektualnych* ogólno-ludzkich, t. j. takich, które może odczuć każdy człowiek, stojący na pewnym poziomie rozwoju umysłowego.

Nie samo poznanie prawdy jest bodźcem działalności naukowej i sama prawda nie jest wystarczającą cechą sądów naukowych. Zdania prawdziwe stają się *prawdami naukowymi* dopiero wówczas, gdy zaspokajają nasze potrzeby intelektualne.

Myśl ludzka, nie mogąc poprzestać na suchym odtwarzaniu faktów, tworzy *teorie*, odpowiadające naszym wyobrażeniom o porządku rzeczy. Prawdziwości tych teoryi nie możemy udowodnić. Wznosimy je w dążeniu do najprostszego opisania zjawisk; burzymy je, gdy nie odpowiadają naszym pojęciom o harmonii Wszechświata i na ich gruzach wznosimy nowe, doskonalsze. Staramy się, by teorie przez nas tworzone odpowiadały zasadom logiki, lecz nie wiemy, czy logika nasza jest zgodna z logiką Wszechświata.

Wszelkie teorie rodzą się z *rozumowania*. Rozumowanie zaś wynika z tego, iż sama obserwacja zjawisk nie jest zdolna zaspokoić naszych potrzeb intellektualnych. Nie wystarcza nam bowiem znajomość przebiegu zjawiska; pragniemy poznać jego przyczyny i przewidzieć jego skutki. Chcemy oprzeć przebieg obserwowanych zjawisk na jakichś zasadach i zrozumieć ich przebieg w sposób wszechstronny. Tworzymy teorie, oparte na faktach doświadczalnych, a gdy teorie nam nie wystarczają wybiegamy myślą ku dziedzinom, nie objętym badaniami doświadczalnymi, tworzymy *hipotezy*, stanowiące śmiałe i pełne polotu wyprawy ducha ludzkiego w krainę Prawdy i Piękna.

Nietylko chcemy rozpatrywać zjawiska, odbywające się wokół nas, lecz przez trud i mękę poszukiwania chcemy odkryć przejawy harmonii, ładu i porządku we Wszechświecie. Wierzymy, że świat jest urządzony rozumnie i celowo, korzymy się przed mądrością przyrody, pragniemy by świat nie był dziełem Szatana, lecz Boga!

✤

Nauka nie jest zatym ani zbiorem suchych formuł, przepisów i wiadomości praktycznych, potrzebnych w różnych zawodach, ani narzędziem w usuwaniu dolegliwości i niewygód życia codziennego, lecz najdoskonalszym wyrazem dążenia człowieka do Prawdy i Piękna.

Nauka jest mistrzynią naszego życia.

Nauka wskazuje bowiem na piękno i ład w cudzie stworzenia, otwierając przed nami bezmiar potęgi przyrody, wobec której stajemy onieśmieleni i mali, jak wędrowcy wobec majestatu gór lub bezkresu morza.

Nauka przez swój ogrom i przez piękno, zabija w nas małostkowość i tłumi niskie popędy.

Nauka prowadzi nas ku sądom bezstronnym, dojrzałym i ścisłym.

Nauka wyrabia zmysł obiektywnej sprawiedliwości i prawości.

Nauka zaprawia nas do samodzielnego myślenia i rzetelnego wysiłku.

Nauka przynosi najpiękniejsze owoce temu, kto oddaje się jej bez zastrzeżeń, całą duszą, głęboko przejmując się jej zagadnieniami.

Nauka budzi w nas wiarę w godność życia ludzkiego, w zwycięstwo Prawdy i Dobra!

Prof. KAZIMIERZ ZIELIŃSKI

KILKA SPOSOBÓW SZYBKIEGO RACHOWANIA

W historii matematyki znane są wypadki, że niektórzy ludzie mają fenomenalny dar szybkiego rachowania, niedostępny dla zwykłego śmiertelnika. Z jednym z takich rachmistrzów rozmawiałem kiedyś i pytałem go, jaką drogą dochodzi się do tak niezwykłych wyników. Odpowiedział mi, że ma on w mózgu jakby kliszę fotograficzną, na której odbijają się wszelkie układy liczb; jak spojrzy na tablicę całą zapisaną liczbami, to może po tygodniu wszystkie te liczby w takim samym porządku napisać. „Ale", dodał „oprócz tego znam cały szereg sposobów, które liczenie ułatwiają".

W artykule niniejszym chcę więc podać kilka takich sposobów, które są dla każdego dostępne.

I. Podnoszenie liczb do kwadratu. Kwadraty liczb od 1 do 25 należy znać na pamięć, co jest rzeczą nietrudną.

a) *Kwadraty liczb od 25 do 75.*

Np. 43^2. Od 43 odejmuję 25, dostaję 18. Jest to liczba setek. Do 18 dopisuję kwadrat liczby, o jaką dana liczba jest mniejsza, lub większa od 50, czyli w danym wypadku $7^2=49$. Dostaję jako wynik 1849.

$$56^2 = 3136 \qquad 56 - 25 = 31.. \qquad 56 - 50 = 6 \qquad 6^2 = 36 \qquad 3136$$

$$64^2 = 4096 \qquad 64 - 25 = 39.. \qquad 14^2 = 196 \qquad 4096$$

Dowód. Każdą liczbę w okolicy 50 można napisać w postaci:

$50 \pm x$. A więc $(50 \pm x)^2 = 2500 \pm 100\,x + x^2 = 100\,(25 \pm x) + x^2$

Jak widać liczba ta ma setek $25 \pm x$, czyli o 25 mniej niż wynosi nasza liczba. Jedności ma zaś tyle ile wynosi kwadrat liczby brakującej do 50 lub przewyższającej 50.

II. Kwadraty liczb od 75 do 125.

a) Np. 92^2. Od 92 odejmuję to, co brakuje tej liczbie do 100, czyli 8; otrzymuję 92—8=84; to będzie liczba setek. Następnie to, co brakuje do 100 czyli 8 podnoszę do kwadratu, to będzie liczba jednostek $92^2=8464$.

b) 108^2. Do 108 dodaję to, co jest ponad 100 czyli 8, otrzymuję 116; to będzie liczba setek. Liczba jednostek $= 8^2$; $108^2 = 11664$.

e) $113^2=12769 \qquad 113+13=126 \qquad 13^2=169$ więc jedynkę należy dodać do 6:

Dowód. Każdą liczbę w okolicach 100 można napisać w postaci

$100 \pm x$. Weźmy najpierw liczbę mniejszą od 100, czyli

$$(100 - x)^2 = 10000 - 200\,x + x^2 = 100\,(100 - 2\,x) + x^2 = 100\,[(100 - x) - x] + x^2$$

Widzimy więc, że liczba setek, czyli $100-x-x$ jest mniejsza od danej liczby o tyle jednostek, ile jej brakowało do 100, czyli o x. Liczba jednostek $= x^2$.

Jeżeli liczba jest większa od 100 czyli wynosi $100 + x$, to $(100 + x)^2 = 10000 + 200\,x + x^2 = 100\,[(100 + x) + x] + x^2$, czyli liczba setek jest większa od danej liczby o x.

III. Kwadraty liczb od 125 do 175.

a) Np. 141^2. Odrzucamy setkę, do pozostałości dodajemy 25 i sumę mnożymy przez 3; w wyniku otrzymamy ilość setek

$$3\,.\,(41 + 25) = 198.$$

Do 150 brakuje danej liczbie 9. $9^2=81$ = ilość jednostek. A więc $141^2 = 19881$.

b) $158^2 \qquad 3\,(58 + 25) = 249 \qquad 8^2 = 64$

$158^2 = 24964$.

Dowód. Każdą liczbę w tych granicach napiszemy w postaci

$$(150 \pm x)^2 = 22500 \pm 300\,x + x^2 = 300\,.\,(75 \pm x) + x^2 = 100\,.\,[3\,.\,(25 + 50 \pm x)] + x^2$$

Widać z tego, że ilość setek wynosi daną liczbę bez setki powiększoną o 25 i pomnożoną przez 3. Ilość jedności równa się kwadratowi liczby, która brakuje do 150 lub przewyższa 150.

IV. Kwadraty liczb od 175 do 225.

Ilość setek, to nasza liczba zmniejszona o 100 i następnie pomnożona przez 4. Ilość jednostek to kwadrat tego, co brakowało do 200.

Np. 193^2. Odrzucamy setkę, a pozostałość mnożymy przez 4 czyli 93.4=372; to będzie ilość setek. Do 200 brakuje 7. Ilość jednostek wynosi $7^2=49$. $193^2=37249$.

Dowód Każdą liczbę w tych granicach można napisać w postaci $200 \pm x$, a więc:

$$(200 \pm x)^2 = 40000 \pm 400\,x + x^2 = 100\,.\,[4\,.\,(100 \pm x)] + x^2.$$

V. Kwadraty liczb kończących się na 5.

Ilość dziesiątek mnożymy przez liczbę o jeden większą i dopisujemy 25.

Np. $75^2 = 5625 \qquad 7\,.\,(7 + 1) = 56 \qquad 5^2 = 25$

$115^2 = 13225 \qquad 11\,.\,(11 + 1) = 132 \qquad 5^2 = 25$

Dowód. Każdą liczbę kończącą się na 5 można napisać w postaci:

$10\,x + 5$, gdzie x oznacza ilość dziesiątek

$$(10\,x + 5)^2 = 100\,x^2 + 100\,x + 25 = 100\,x\,.\,(x + 1) + 25$$

Liczba ta ma setek

$x\,(x + 1)$ i jednostek 25

VI. Tak samo się postępuje, gdy wypadnie mnożyć przez siebie dwie liczby o takiej samej liczbie dziesiątek jeżeli suma jednostek tych liczb = 10.

Liczbę dziesiątków mnoży się przez liczbę o jeden większą, to będzie ilość setek. Ilość jednostek, to iloczyn jednostek poszczególnych liczb.

Np. $48 \times 42 = 2016 \qquad 4\,(4 + 1) = 20 \qquad 2 \times 8 = 16$

TADEUSZ MAŁECKI, tokarz

USTALENIE WZORÓW NA OBLICZENIE ŚREDNICY PRĘTA OKRĄGŁEGO POD NAKRĘTKI SZEŚCIOKĄTNE I KWADRATOWE

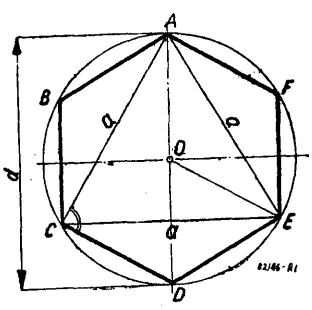
Niejednokrotnie zdarza się w warsztacie, że musimy wykonać nakrętkę sześciokątną lub kwadratową z pręta okrągłego. Należy wówczas ustalić średnicę tego pręta, znając rozwartość klucza. Aby obliczyć średnicę pręta, musimy się uciec do obliczenia. Oczywistą jest rzeczą, że inna wartość wypadnie w przypadku nakrętki sześciokątnej, a inna dla kwadratowej. Rozpatrzmy więc te przypadki oddzielnie.

Przypadek I. Nakrętka sześciokątna

Dane: rozwartość klucza = a

Szukane: średnica pręta = d

Na rys. 1 wkreślono w koło o średnicy $d = AD$ sześciokąt umiarowy $ABCDEF$, a równocześnie trójkąt równoboczny ACE i promień OE.



Rys. 1.

Z zasad geometrii wiemy, że kąt obwodowy wsparty na średnicy, jest kątem prostym. Rozpatrując więc trójkąt prostokątny ACD dojdziemy na podstawie twierdzenia *Pitagorasa* do równania:

$$AC^2 + CD^2 = AD^2$$

lecz $AC = CE = a =$ danej rozwartości klucza; $CD = OE = \frac{d}{2} =$ promieniowi koła opisanego na sześciokącie (znana konstrukcja sześciokąta umiarowego) $AD = d =$ średnicy koła opisanego na sześciokącie.

Wstawiwszy te wartości w powyższy wzór, znajdziemy:

$$a^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 = d^2$$

$$a^2 + \frac{d^2}{4} = d^2$$

$$a^2 = {}^3/_4\, d^2$$

$$d^2 = {}^4/_3\, a^2$$

skąd ostatecznie

$$d = \frac{2 \cdot a}{\sqrt{3}}$$

lub po przekształceniu

$$d = {}^2/_3 \sqrt{3} \cdot a = 1{,}1547 \cdot a$$

Jeślibyśmy więc mieli np. $a = 27$ mm, wówczas

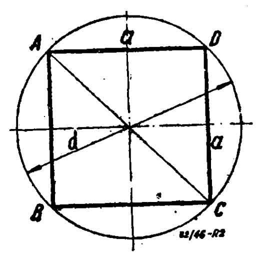
$$d = 1{,}1547 : 27 = 31{,}1769 = \text{ca } 31{,}2 \text{ mm}$$

Przypadek II. Nakrętka kwadratowa

Dane: rozwartość klucza = a

Szukane: średnica pręta = d

Na rys. 2 wpisano w koło o średnicy: $d = AC$ kwadrat $ABCD$ o boku $a = AB = BC = CD = DA$.



Rys. 2.

Jak wiadomo kwadrat ma wszystkie kąty proste. Rozpatrując więc trójkąt prostokątny ADC, ustalimy na podstawie *twierdzenia Pitagorasa* wzór:

$$AD^2 + CD^2 = AC^2$$

lecz

$$AD = CD = a \qquad AC = d$$

zatym równanie powyższe przybierze postać:

$$a^2 + a^2 = d^2$$

czyli

$$2\, a^2 = d^2$$

skąd

$$d = a \cdot \sqrt{2} = 1{,}4142 \cdot a$$

Jeśli więc np. $a = 22$ mm, wówczas

$$d = 1{,}4142 \cdot 22 = 31{,}1124 = \text{ca } 31{,}1 \text{ mm.}$$

Inż.-chem. JÓZEF MICHAŁOWSKI

REAKCJE CHEMICZNE

Z artykułu p. t. „Atomy i molekuły" zamieszczonego w Nr 1/46 „Mechanika" wiemy, że najmniejszą ilością ciała materialnego jest *cząstka,* czyli *molekuła,* będąca zgrupowaniem *atomów* bądź jednakowych (cząstka pierwiastka), bądź różnorodnych (cząstka związku chemicznego).

Podkreślić należy, że zarówno cząstki poszczególnych pierwiastków, jakoteż cząstki danego związku chemicznego są zawsze identyczne; inaczej mówiąc: c i ę ż a r c z ą s t k i d a n e g o c i a ł a j e s t z a w s z e j e d n a k o w y. Weźmy jako przykład cząstkę wodoru, składającą się — jak już wiemy — z dwóch atomów: H_2. Ciężar cząstki wodoru będzie z a w s z e wynosił 2. Dla soli kuchennej *NaCl* cząstka będzie się z a w s z e składała z jednego atomu sodu i jednego atomu chloru, a ciężar jej będzie zawsze wynosił 58,5 (patrz: tablica ciężarów atomowych pierwiastków w zeszycie 6/39 „Mechanika"). Podobnie cząstka amoniaku: NH_3 będzie z a w s z e złożona z jednego atomu azotu i trzech atomów wodoru, a jej ciężar będzie z a w s z e stanowił cyfrę 17. Nie można wyobrazić sobie amoniaku o cząstce utworzonej przez odmienne zgrupowania atomów, jak np. NH_5 albo N_2H_2 i t. d., lub też soli kuchennej o składzie np. Na_2Cl, lub $NaCl_2$.

Istnieją co prawda związki chemiczne, złożone z tych samych pierwiastków i posiadające różne ciężary cząstek; znaczy to, że zgrupowania atomów poszczególnych pierwiastków w cząsteczce są odmienne. Ciała te różnią się od siebie wyglądem (jeśli są stałe lub ciekłe) i swymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi, ponadto skład ich cząstek podlega ścisłemu prawu (prawu stosunków wielokrotnych), o którym zapewne jeszcze będziemy mieli sposobność pomówić. Jako przykład przytoczymy wodę: H_2O o ciężarze cząstki 18, i wodę utlenioną: H_2O_2 o ciężarze cząstki 34, zupełnie różną od swej poprzedniczki; tak samo czad *CO* silnie trujący gaz o ciężarze cząstki 28 różni się od gazu CO_2, czyli t. zw. kwasu węglowego (ciężar cząstki 44).

Ciężar atomu, czy też ciężar cząstki jest wielkością zbyt nikłą, abyśmy nią w praktyce mogli operować. Dla celów praktycznych wprowadzone tedy zostało pojęcie *gram-atomu,* czyli ciężaru atomowego wyrażonego w gramach, oraz *gram-cząstki,* czyli ciężaru cząsteczkowego, wyrażonego w gramach. Odtąd więc, ujrzawszy symbol *H* nie będziemy myśleli o atomie wodoru, lecz o jednym gramie wodoru; H_2 oznaczać będzie nie malutką cząstkę wodoru, lecz jego gram-cząstkę, czyli dwa gramy. Podobnie wyrażenie chemiczne: H_2O wyobrażać będzie gram-cząstkę, czyli 18 g wody, a *NH* — 17 gramów amoniaku.

Ustaliwszy te zasadnicze pojęcia, przystąpić możemy do naszego głównego zagadnienia, mianowicie do zaznajomienia się z *równaniami chemicznymi,* obrazującymi *przemiany,* czyli *reakcje chemiczne.* Opierając się na sformułowanej w 1775 r. przez francuskiego uczonego *Lavoisiera zasadzie stałości materii* („nic w przyrodzie nie ginie i nic się nie tworzy"), musimy dojść do przekonania, że ilości atomów wchodzących w skład ciał chemicznych, wyobrażonych po jednej stronie znaku równości, muszą się odnaleźć po jego drugiej stronie. Jeśli będziemy starali się przykładowo przeanalizować równanie chemiczne obrazujące przemiany, które zachodzą przy t. zw. „gaszeniu" wapna, a przedstawiające się, jak poniżej:

CaO	$+$	H_2O	$=$	$Ca(OH)_2$
tlenek wapnia, czyli wapno niegaszone		woda		wodorotlenek wapnia, czyli wapno gaszone

to dojdziemy do przeświadczenia, że podziałanie chemiczne jednej gram-cząstki (18 g) wody na jedną gram-cząstkę tlenku wapnia (56 g) wytwarza jedną gram-cząstkę nowego ciała, zwanego wodorotlenkiem wapnia (74 g). Stwierdzamy jeszcze, że wszystkie atomy pierwiastków, wchodzących w skład obu związków chemicznych lewej strony równania, odnajdują się po jego prawej stronie w nowo utworzonym związku chemicznym i wyprowadzamy wnioski:

1) równanie jest zgodne z *zasadą Lavoisiera* (ten sam ciężar ciał przed reakcją i po reakcji),

2) aby otrzymać wapno gaszone z wapna niegaszonego i wody, trzeba zmieszać te ciała w stosunku ciężaru ich gram-cząstek, czyli w stosunku 56:18.

Drugi podany jeszcze przykład pozwoli nam nabrać pewnej wprawy w analizowaniu równań chemicznych.

Weźmy równanie:

$NaOH$	$+$	HCl	$=$	$NaCl$	$+$	H_2O
gram-cząstka (40 g) ługu sodowego, czyli sody żrącej		gram-cząstka (36,5 g) kwasu solnego		gram-cząstka (58,5 g) chlorku sody, czyli soli kuchennej		gram-cząstka (18 g) wody

I znowu, zbadawszy nasze równanie, dojdziemy do wniosku, że jest ono ułożone prawidłowo i zgodnie z *zasadą Lavoisiera,* bowiem:

1) po obu stronach równania atomy tych samych pierwiastków znajdują się w jednakowych ilościach;

2) ciężar związków chemicznych, wziętych do reakcji, jest równy ciężarowi związków, otrzymanych w wyniku reakcji.

Poznanie mechanizmu równań chemicznych posiada nie tylko znaczenie teoretyczne. Od poznania i przeanalizowania interesującego go równania chemicznego zacząć musi każdy wytwórca, który chce obliczyć, ile produktów może otrzymać z posiadanego przez siebie surowca, lub też: ile surowców należy zakupić, aby zrealizować zamówienie.

Rozwiążmy na przykład następujące zagadnienie:

Wiemy, że działaniem kwasu siarkowego na sól kuchenną otrzymuje się *chlorowodór,* którego roztwór wodny nazywamy *kwasem solnym,* oraz — jako produkt uboczny — *sól,* zwaną *siarczanem sodu,* stosownie do równania:

$$2\,NaCl + H_2SO_4 = 2\,HCl + Na_2SO_4$$

2 g cząstki soli kuchennej (2 × 58,5 = 117 g)	1 g cząstka kwasu siarkowego (98 g)	2 g cząstki chlorowodoru (2 × 36,5 = 73 g)	1 g cząstka siarczanu sodu — 142 g

Obliczmy: 1) ile musimy zakupić kwasu siarkowego, aby całkowicie przerobić 200 kg soli kuchennej na chlorowodór; 2) ile otrzymamy chlorowodoru.

Oba te zagadnienia rozwiążemy łatwo przy pomocy reguły trzech.

Pierwsze zagadnienie:

Ponieważ do przerobienia 117 g soli na chlorowodór potrzeba zużyć 98 g kwasu siarkowego, to, aby przerobić 200 kg soli na chlorowodór, należy użyć kwasu siarkowego:

$$x = \frac{200 \cdot 98}{117}\ \text{kg} = 167{,}5\ \text{kg}.$$

Drugie zagadnienie:

Ponieważ ze 117 g soli kuchennej otrzymujemy 73 g chlorowodoru, to ilość chlorowodoru otrzymanego z 200 kg soli kuchennej będzie wynosiła:

$$x = \frac{200 \,.\, 73}{117} = 125\ \text{kg}.$$

Te zasadnicze dane do kalkulacji muszą być w praktyce poprawione. Nie posiadamy bowiem surowców, któreby nie zawierały mniejszej, lub większej ilości zanieczyszczeń, ani też nie uzyskujemy prawie nigdy stuprocentowej wydajności reakcji. Często też, aby reakcję doprowadzić do końca, trzeba użyć nadmiaru jednego z reagujących składników (w danym wypadku kwasu siarkowego). Dopiero po wprowadzeniu tych poprawek możemy wiernie obliczyć możliwe do osiągnięcia, czyli t. zw. praktyczne wydajności reakcyj chemicznych.

Prof. inż. KORNEL WESOŁOWSKI

METALURGIA ŻELAZA W ROZWOJU HISTORYCZNYM

Głównym składnikiem kuli ziemskiej jest *żelazo.* Zajmuje ono pierwsze miejsce (36,9%) i znajduje się przed tlenem (29,3%), krzemem (14,9%), magnezem (6,7%) i glinem (3,0%).

Stała skorupa ziemi posiada jednak skład procentowy inny, niż cała kula ziemska i w niej żelazo znajduje się dopiero na czwartym miejscu, t. j. po tlenie (49,4%), krzemie (25,7%) i glinie (7,5%).

Pomijając pewne ilości żelaza pochodzenia meteorytowego, nie występuje ono w przyrodzie w stanie rodzimym, lecz w postaci związków, zwanych *rudami,* głównie tlenków, wodorotlenków, węglanów i siarczków. Zjawisko to wytłumaczyć się daje stosunkowo małą odpornością żelaza na wpływy atmosferyczne, głównie tlenu, wilgoci i dwutlenku węgla.

Po ogniu, żelazo i węgiel są tymi czynnikami, które najbardziej przyczyniły się do rozwoju cywilizacji. Od posiadania rud żelaza oraz umiejętności ich przeróbki hutniczej zależał i w dalszym ciągu zależy rozwój narodów i ich historyczne znaczenie.

Początki stosowania żelaza giną w pomroce dziejów. Pewne odkrycia wskazują na stosowanie go już sześć tysięcy lat przed naszą erą. Na cztery tysiące lat przed Chrystusem Egipcjanie przekuwali na zimno złoto, miedź i żelazo meteorytowe, które zwano wtedy „benipe" — metalem z nieba.

Spotykane w przyrodzie rudy żelaza są w mniejszym lub większym stopniu zanieczyszczone różnymi związkami, stanowiącymi t. zw. *skałę płonną,* która najczęściej składa się z piasku, gliny, wapienia itp.

Otrzymywanie żelaza z rud polegało zawsze na ich *odtlenieniu* i oddzieleniu od skały płonnej.

Od najdawniejszych czasów środkiem odtleniającym był *węgiel,* stosowany do niedawna w postaci węgla drzewnego, obecnie zaś w postaci koksu.

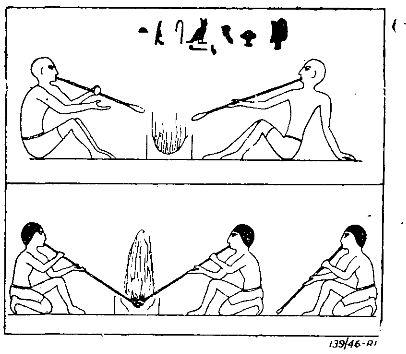
Ponieważ do odtlenienia na przestrzeni wieków był stosowany stale ten sam środek, t. zn. *węgiel,* przeto procesy chemiczne ulegały tylko nieznacznym zmianom, głównie z powodu

możności stosowania coraz to wyższych temperatur, a nadzwyczajny rozwój hutnictwa żelaznego przypisać należy przede wszystkim wprowadzanym ciągle ulepszeniom w dziedzinie budowy pieców i urządzeń mechanicznych.

Dzięki takim ulepszeniom, posiadającym niejednokrotnie charakter wprost rewolucyjny, zwiększano wielokrotnie produkcję, co z kolei prowadziło do obniżki cen gotowego produktu i rozwoju innych gałęzi przemysłu na żelazie opartych.

Tego rodzaju przełomowe ulepszenia stały się przyczyną, że obecnie historię *hutnictwa żelaznego* dzieli się na cztery okresy.

I. *Okres dymarkowy*, który trwał od czasów najdawniejszych do połowy XIV stulecia; był to okres, w którym rudę odtleniano za pomocą węgla drzewnego.



Rys. 1. Prymitywny sposób otrzymywania żelaza w starożytnym Egipcie.

Rys. 1 podaje obraz z egipskiego grobowca z czasów 12 dynastii (3050—2840 przed narodzeniem Chrystusa), który przedstawia sposób otrzymywania żelaza przez redukcję rudy w ognisku, przy czym wysoką temperaturę uzyskiwano przez wdmuchiwanie powietrza za pomocą rozszerzonych na końcu piszczeli, przy użyciu płuc ludzkich jako miechów. Otrzymywane żelazo było w mniejszym lub większym stopniu zanieczyszczone innymi pierwiastkami, z których najważniejszym był węgiel. Od ilości domieszek, zawartych w żelazie, zależą przede wszystkim własności otrzymanego materiału, który nie jest już właściwie czystym metalem, lecz *stopem*, t. j. połączeniem, otrzymanym na skutek stopienia żelaza z innymi pierwiastkami. W miarę jak ilość tych domieszek w stopie rośnie, powiększa się jego twardość i wytrzymałość, lecz maleje plastyczność, co uwidacznia się między innymi w zmniejszeniu kowalności, która przy pewnej zawartości węgla zanika zupełnie.

Stopy żelaza z węglem do zawartości 1,75% zwą się obecnie *stalami*, a stopy o zawartości od 1,75 do 6,67% — *surówkami*. Podział ten jest czysto teoretyczny, w rzeczywistości bowiem stopy (bez domieszek uszlachetniających) o zawartości węgla od 1,5 do 2,5% nie znajdują praktycznego zastosowania.

Z biegiem czasu proces odtleniania odbywał się w *kotlinach*, zwanych *dymarkami*, w których rozpalano ognisko i wrzucano doń rudę w celu jej zredukowania i oddzielenia od skały płonnej. Powietrze, potrzebne do spalania węgla, dostarczającego potrzebnego ciepła w celu uzyskania odpowiedniej temperatury, w której mogło zachodzić odtlenianie rudy, wdmuchiwane było różnymi sposobami, przy czym wyzyskiwano często siły przyrody, jak: wiatr, spadki wodne do napędu dmuchaw itp. Znajdująca się w ognisku ruda ulegała odtlenieniu, lecz większa część żelaza przechodziła do płynnego żużla, a mniejsza, w postaci gęstej, gąbczastej masy, zbierała się na dnie kotliny, stanowiąc t. zw. *„lupę"*, która po wydobyciu była przekuwana w celu usunięcia z niej płynnego żużla i połączenia przez zgrzewanie poszczególnych ziarn metalicznych w jedną całość.

Rys. 2 przedstawia przebieg wytwarzania *żelaza zgrzewnego* w XVI w. systemem dymarkowym.



Rys. 2. Dymarka z XVI stulecia wg. *G. Agricoli.*

Robotnik, obsługujący dymarkę *A*, chroniąc się, przy pomocy założonej na ustach chusty, przed trującym działaniem gazu bogatego w tlenek węgla, reguluje dopływ powietrza przez zwiększanie lub zmniejszanie ilości wody wpływającej na koło, poruszające miechy i dogląda przebiegu procesu, przy czym płynny żużel wypływa przez odpowiedni otwór. Dwaj robotnicy obok, za pomocą młotowania „lupy", usuwają z niej płynny żużel. Po wyciśnięciu żużla „lupa" zostaje podzielona na mniejsze kawałki, które po zagrzaniu w innym ognisku, przekuwane są przez kowala pod młotem, napędzanym przez koło wodne.

Z biegiem czasu budowano *dymarki* coraz to wyższe, co pozwalało na podwyższenie temperatury i zwiększenie wydajności.

Dymarki te, w zależności od ich wysokości, zwą *piecami półwysokimi*, lub wysokimi, a ze względu na kształt — szybowymi[1]).

II. *Okres wielkiego pieca i świeżarki*, który trwał od połowy XIV w. do wprowadzenia metody pudlarskiej w r. 1784[2]).

[1]) Patrz *W. Kuczewski* „Historia wytapiania żelaza z rud i analiza procesu dymarkowego", Hutnik 1 (1929) 3. *A. Wojtyła* „Zarys rozwaju hutnictwa żelaza", Mechanik 18 (1939).

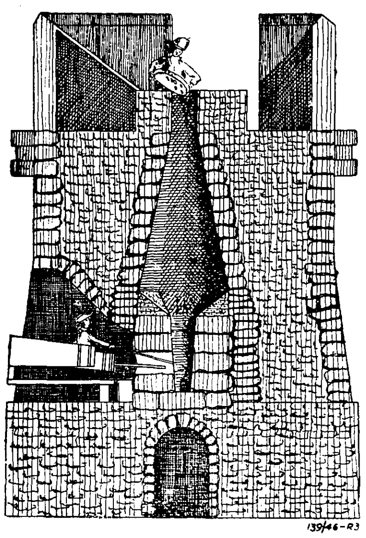
[2]) Podziału na odpowiednie okresy nie da się ściśle przeprowadzić, gdyż w różnych miejscowościach postęp hutniczy nie był jednakowy, np. dymarki w niektórych miejscowościach Europy istniały jeszcze w XIX stuleciu.

Dymarka, w kształcie pieca szybowego przekształciła się z biegiem czasu w *wielki piec*, z którego nie wyjmowano już gąbczastej bryły żelaznej, lecz zlewano silnie nawęglony stop żelazny, zwany później *surówką* i przerabiany następnie w *świeżarkach*, podobnych do ogniska kowalskiego, gdzie odbywało się częściowe wypalanie domieszek przez utlenienie ich za pomocą powietrza. Jak z tego widać, dotychczasowa dymarka została zastąpiona przez dwa urządzenia, lecz pomimo to ogólna wydajność znacznie się polepszyła.

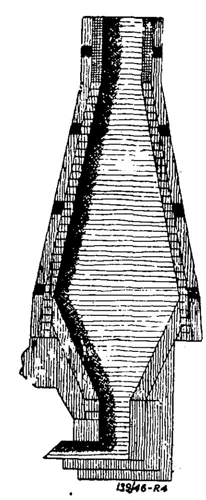
Rys. 3 przedstawia *wielki piec prowadzony na węglu drzewnym*, z połowy XVIII w. o ładowaniu ręcznym i dmuchu za pomocą miechów, poruszanych kołem wodnym.

W okresie tym surówka z powodu doskonałych własności odlewniczych znalazła wielkie zastosowanie do odlewów moździerzy, płyt nagrobkowych itp., zastępując znacznie droższy brąz.

Hutnictwo żelazne stoi wciąż jeszcze na dość niskim poziomie i dopiero pod koniec tego okresu zaczyna się stosunkowo szybszy jego rozwój, dzięki zastąpieniu węgla drzewnego, stosowanego do redukcji rudy (którego brak odczuwano) — koksem, otrzymywanym na skutek suchej destylacji węgla kamiennego.



Rys. 3. Piec wielki prowadzony na węglu drzewnym z połowy XVIII stulecia wg *G. Courtivron'a i E. Bouchu'ego.*



Rys. 4. Piec wielki prowadzony na koksie z r. 1794 wg *W. A. Lampadiusa.*

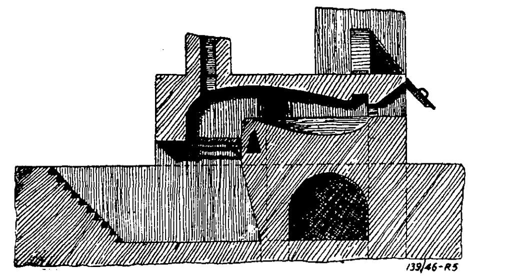
III. *Okres pieca wielkiego i pieca pudlarskiego,* który trwał od r. 1784 do r. 1855.

W okresie tym, stosowane do świeżenia surówki urządzenia, zwane *świeżarkami,* zastąpiono bardziej wydajnymi *piecami pudlarskimi,* co tym bardziej okazało się korzystnem, że drogi węgiel drzewny, używany w świeżarkach, można było zastąpić tańszym węglem kamiennym.

Rys. 4 przedstawia *wielki piec,* wybudowany w Gliwicach w r. 1794, prowadzony na koksie, a rys. 5 — *piec pudlarski* z r. 1800.

Wielki piec w Gliwicach posiadał 12,9 m. wysokości, 3,45 m szerokości w przestronie i dostarczał ponad dwie tonny surówki dziennie, przy zużyciu koksu wynoszącym ok. 6 ton.

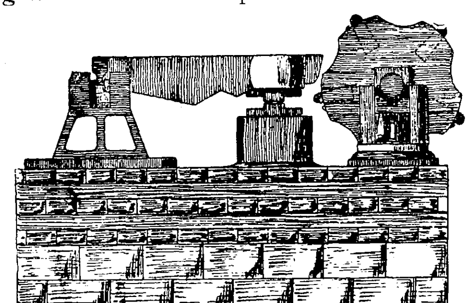
Godnym uwagi jest, że pierwsze piece pudlarskie posiadały dwa kominy, jeden na końcu czopucha, drugi nad paleniskiem. Dzięki zastosowaniu odpowiednich zasuw, kierowano gazy spalinowe stosownie do życzenia nad topnisko, bądź wprost do komina. Wkrótce jednak okazało się, że komin nad paleniskiem jest zbyteczny.



Rys. 5. Piec pudlarski z r. 1800 wg Annales des Arts et Manufactures.

Rys. 6 przedstawia *młot żeliwny* z r. 1800, napędzany przez maszynę parową, służący do przekuwania „lup" z pieca pudlarskiego.

Wydajność jego w porównaniu z wydajnością pieca była tak duża, że jeden młot mógł obsługiwać dwanaście pieców.



Rys. 6. Żeliwny młot do przekuwania „lup" z r. 1800 wg *Dufrenoya* i *de Beaumonta.*

Wielkie zapotrzebowanie stali, spowodowane skonstruowaniem w r. 1825 przez *G. Stephensona* lokomotywy i zbudowaniem pierwszej linii kolejowej, było bodźcem do dalszych ulepszeń w produkcji surówki i stali.

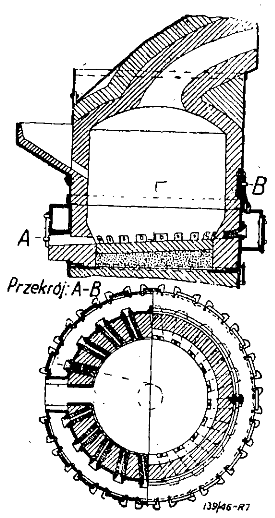
Do ulepszeń tych zaliczyć należy przede wszystkim zastosowanie w r. 1828 przez *J. Neilsona* ogrzewania powietrza potrzebnego do spalania paliwa, skonstruowanie w roku 1839 młota parowego przez *J. Nasmytha* i w r. 1840 gazownicy przez *Fabera du Faura.*

IV. *Okres wielkiego pieca i pieców wytwarzających stal zlewną,* który zaczął się w r. 1855 i trwa do dnia dzisiejszego.

Przełomowym zdarzeniem był wynalazek *Bessemera* świeżenia surówki przez przepuszczanie przez nią powietrza. Pierwsze urządzenia były jednak dalekie od dziś powszechnie znanego *konwertora,* zwanego pospolicie *gruszką Bessemera.*

Rys. 7 przedstawia jeden z pierwszych *piesów Bessemera* z r. 1857. Jest to jeszcze piec nieprzechylny i o dmuchu bocznym.

Pomimo, że próby *Bessemera* dały stal zbliżoną własnościami do stali tyglowej, to jednak huty, które zakupiły od niego licencję, nie mogły sobie dać rady z produkcją i wkrótce ją zarzuciły, ogłaszając wynalazcę za oszusta. Powodem niepowodzeń był nieodpowiedni skład używanej przez huty surówki o znacznej zawartości fosforu. Dziś wiemy, że nie każda surówka daje się przerabiać w *konwertorze Bessemera.* Jednak wówczas, gdy metody analizy chemicznej stały jeszcze na bardzo niskim poziomie, wykrycie właściwej przyczyny niepowodzeń było bardzo trudne i to stało się powodem wielu przykrości dla wynalazcy.

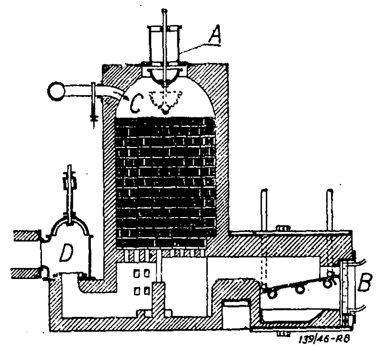


Rys. 7. Piec Bessemera z r. 1857 wg *L. E. Bomanna.*

Podgrzewanie powietrza, idącego do wielkiego pieca, pozwoliło na podwyższenie temperatury w piecu i zwiększenie wydajności. Pierwsze *nagrzewnice Cowpera,* wybudowane w r. 1857, oparte były na tej samej zasadzie, co *odzysknice (regeneratory) ciepła F.* i *W. braci Siemens,* zastosowane rok przed tym do pieców szklarskich.

Rys. 8 przedstawia jedną z dwóch *nagrzewnic* z r. 1857, obsługujących wielki piec.

Po zastosowaniu w r. 1864 przez *E.* i *P. Martinów odzysknic (regeneratorów)* ciepła do pieca płomiennego, udało się im stopić stal. Piec ten, pozwalający na przetapianie nie tylko surówki, lecz także starego żelastwa, a nawet surówki z rudą o składzie prawie że dowolnym, szybko się rozpowszechnił, szczególnie w krajach, gdzie był brak surówek o małej zawartości fosforu i siarki.



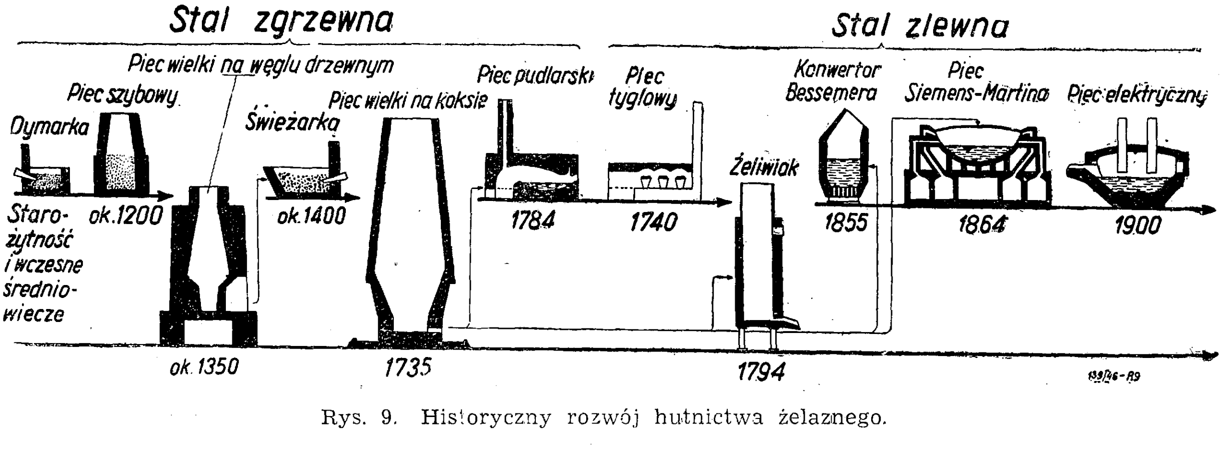
Rys. 8. Nagrzewnica z 1857 r. wg *E. A. Cowpera.*

Przez zastosowanie w r. 1878 w *konwertorze Bessemera* wyłożenia zasadowego uzyskał *S. G. Thomas* możność świeżenia w nim surówki bogatej w fosfór, przechodzący do zasadowego żużla, który po zmieleniu dawał cenny nawóz sztuczny, zwany *tomasówka.*

Wybitne dobre własności stali uzyskano jednak dopiero po zastosowaniu do jej rafinacji *pieców elektrycznych łukowych i indukcyjnych* o niskiej i wysokiej częstotliwości.

Rys. 9. przedstawia schematycznie *rozwój historyczny hutnictwa żelaznego.* Jak z tego schematu wynika, z pierwotnego procesu pojedyńczego, w którym odbywała się redukcja rudy i świeżenie powstałego produktu, powstały z biegiem czasu dwa procesy oddzielne; przy czym w jednym zachodziła tylko redukcja, a w drugim tylko świeżenie.

Podział ten utrzymał się do czasów obecnych pomimo wielu prób nawrotu do procesu pojedyńczego.



Rys. 9. Historyczny rozwój hutnictwa żelaznego.

Inż.-mech. WŁADYSŁAW GWIAZDOWSKI

Z DZIEJÓW TOKARKI

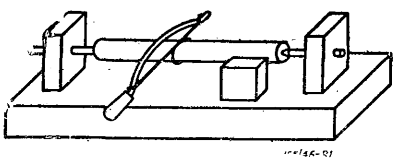
150-lecie tokarki pociągowej Henry Maudsleya

Toczenie stanowi po wierceniu jedną z najstarszych metod obróbki na drodze skrawania.

Jak wykazały badania prehistoryczne pierwowzorem tokarki było koło garncarskie.

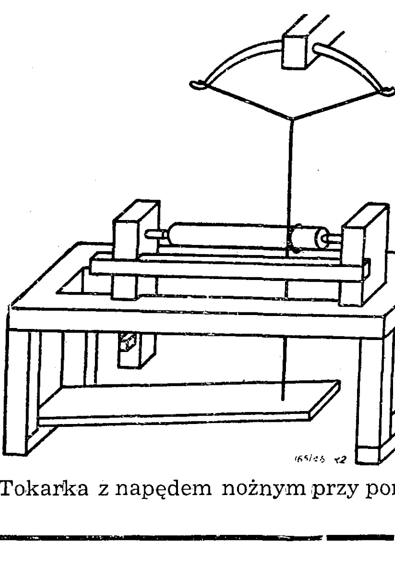
Sztuka tokarska, umożliwiająca osiągnięcie kształtu okrągłego, uważanego za najdoskonalszą formę w przyrodzie i sztuce, była znana już w Starożytnym Egipcie, Fenicji, Helladzie i Rzymie, lecz ograniczała się do obróbki drzewa.

Zasada budowy pierwotnych *tokarek* polegała na tym, że przedmiot przeznaczony do obróbki był osadzany między dwoma zaostrzonymi kołkami (kłami), umocowanymi w podstawkach. Dla podparcia narzędzia, trzymanego w czasie obróbki w ręku, stosowano deskę, osadzoną równolegle do osi toczonego przedmiotu. Przedmiot był wprawiany w ruch obrotowy za pomocą namotanego na niego cięgna (rys. 1). Ruch wywoływany był ręcznie,



Rys. 1. Tokarka pierwotna z napędem smyczkowym.

zazwyczaj przez pomocnika tokarza. Ulepszony napęd (rys. 2) polegał na tym, że sam tokarz wprawiał w ruch przedmiot, naciskając nogą na pętlę sznurka lub pedał, do którego koniec sznurka był umocowany. Oczywiście w ten sposób uzyskiwano ruch obrotowy dwukierunkowy, przy czym powrót sznurka do położenia początkowego odbywał się zapomocą sprężynującego pręta lub łuku, umocowanego nad tokarką. Toczenie odbywało się tylko podczas naciskania na pętlę lub pedał.



Rys. 2. Tokarka z napędem nożnym przy pomocy cięgna.

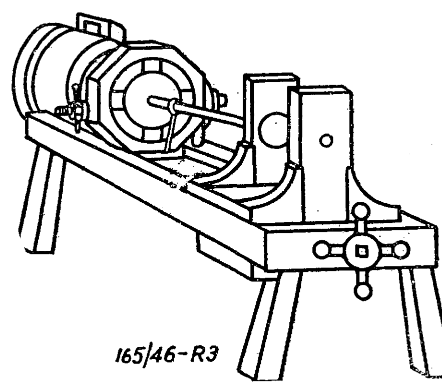
W takim prymitywnym stanie zachowały się tokarki, bez istotnych zmian, aż do czasów obecnych u ludów stojących na niskim poziomie cywilizacji.

Tokarki pierwotne można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

a) tokarki do pracy siedzącej (zwykle na ziemi, rozpowszechnione na wschodzie).
b) tokarki do pracy stojącej (t. zw. typ europejski).

Istotne ulepszenia tokarki wprowadził ok. 1500 r. genialny artysta i mechanik *Leonardo da Vinci*. Jemu zawdzięczamy:

a) zastosowanie prototypu wrzeciennika z kołem pasowym i napędem pedałowym oraz wałkiem wykorbionym, na skutek czego uzyskano ruch obrotowy nieprzerwanie w jednym kierunku,
b) nastawialnej podpórki z kłem (prototyp konika), oraz
c) pierwowzoru tarczy tokarskiej do zamocowywania przedmiotów bez podpierania konikiem.



Rys. 3. Jedna z tokarek *Leonarda da Vinci* — ok. 1500 r.

Konstrukcja tokarek aż do końca XVIII wieku była drewniana; niemniej tokarki używano do obróbki różnych materiałów jak: drzewo, żelazo, stopy miedzi, marmur, kość i t. p.

Już w w. XVII—XVIII zaznaczyła się tendencja do budowy *tokarek specjalnych*, jak do toczenia profilowego, a później do toczenia gwintów.

Znaczny wpływ na rozwój tokarek w XVIII wieku wywarła rozpowszechniająca się szczególnie we Francji produkcja zegarów oraz precyzyjnych instrumentów, a ponadto modne w tym okresie amatorskie uprawianie rzemiosł.

Ilość „znormalizowanych" *noży tokarskich*, oczywiście przeznaczonych do toczenia ręcznego, wynosiła przy końcu XVIII w. około 40. Istotną trudność toczenia, występującą szcze-

gólnie przy obróbce metali, stanowiła niewygoda trzymania noża tokarskiego w ręku. Obróbka metali nożem trzymanym w ręku pozwalała na skrawanie tylko drobnych wiórów, i na skutek tego pochłaniała bardzo dużo czasu. Ponadto ręczne prowadzenie noża uniemożliwia uzyskiwanie przedmiotów o prawidłowych kształtach geometrycznych.

Już w XV wieku próbowano uwolnić tokarza od trzymania noża w ręku podczas pracy. Przyrząd, wynaleziony w tym celu, zbudowany był z karetki, w której nóż był zaklinowany. Karetka przesuwana była zapomocą śruby. Wynalazek ten nie rozpowszechnił się jednak i znany jest tylko z ryciny zamieszczonej w rękopisie z r. 1480.

W końcu wieku XVIII w związku z wynalazkiem maszyny parowej i rozwojem przemysłu maszynowego w Anglii, zbudowanie tokarki, któraby pozwalała otrzymywać wyroby o dokładnych kształtach geometrycznych stało się palącą koniecznością. Spełnienie tego warunku było możliwe tylko przez wyposażenie tokarki w urządzenie do trzymania i prowadzenia noża. Dokładną powierzchnię cylindryczną uzyskać bowiem można tylko w wypadku, gdy nóż w czasie obróbki będzie przesuwany ściśle równolegle do osi toczonego przedmiotu. To samo dotyczy dokładnie prostopadłego kierunku przesuwania noża przy planowaniu.

Zasługę wprowadzenia urządzenia do trzymania i prowadzenia noża w 2 prostopadłych do siebie kierunkach, czyli t. zw. *suportu krzyżowego* przypisać należy angielskiemu mechanikowi *Henry Maudsleyowi*, który w roku 1794 urządzenie takie wynalazł i opatentował. Łączące się z nazwiskiem *Maudsleya* inne ulepszenia tokarki, predestynują go do miana ojca nowoczesnej *tokarki pociągowej*.

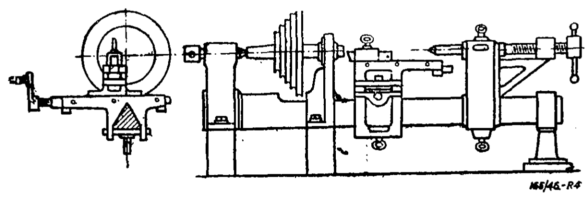
Henry Maudsley urodził się 22 sierpnia 1771 r. Mając lat 12 zaczął pracować w warsztacie stolarskim u swojego ojca, a następnie wobec wykazywanych wielkich zdolności do mechaniki rozpoczął pracę w arsenale i zatrudniony był w kuźni.

Należy zaznaczyć, że w tym okresie obróbka metali przez skrawanie nie odgrywała poważniejszej roli. Przeważającą większość wyrobów metalowych otrzymywano sposobem kuźniczym.

Ten stan rzeczy uległ zmianie dopiero w okresie rewolucji przemysłowej, którą obserwować możemy na końcu XVIII i początku XIX wieku, zapoczątkowującej erę wielkiego przemysłu maszynowego.

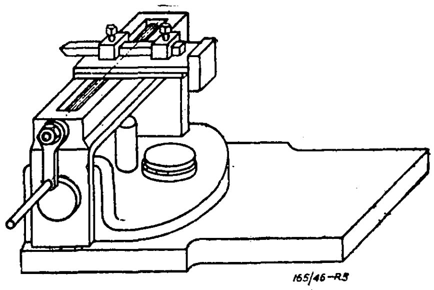
Celem pogłębienia swej wiedzy zawodowej udał się *Henry Maudsley* w r. 1789 do słynnego wtedy zakładu *Józefa Bramaha* do Londynu. Tu odznaczył się on pomysłowością przy budowie opatentowanej przez *Bramaha* prasy hydraulicznej.

Jeśli chodzi o wynalazek *suportu*, to pewne



Rys. 4. Pierwsza tokarka *Maudsleya* z ręcznym suportem krzyżowym z r. 1794.

udane próby jego zastosowania były przeprowadzone już wcześniej w różnych krajach. I tak w encyklopedii francuskiej z roku 1772 znajdujemy opis suportu, pokazanego na rys. 5. Mniej więcej w tym samym czasie w Niemczech *Reichenbach* wprowadził suport z imakiem nożowym, poruszanym zapomocą śrub w dwu prostopadłych do siebie kierunkach.

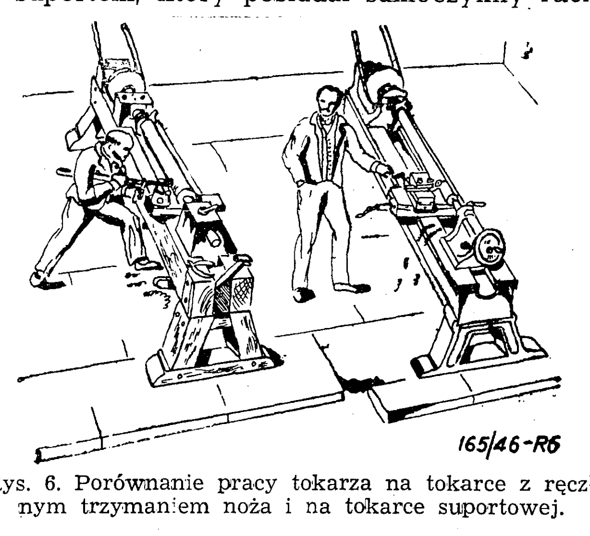


Rys. 5. Suport francuski z 1772 r.

Nie wchodząc w to, czy *Maudsley* o tych pracach coś wiedział, bezsporną jego zasługą jest najodpowiedniejsze rozwiązanie konstrukcyjne i wprowadzenie tego urządzenia w skali przemysłowej.

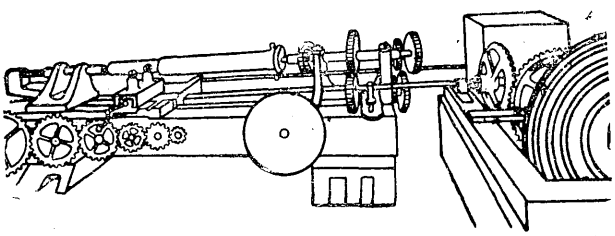
Jak wielki wpływ posiadało wprowadzenie suportu krzyżowego na polepszenie warunków pracy podczas toczenia, możemy sobie zdać sprawę, porównywując tokarki przedstawione na rys. 6.

Zasługi *Maudsleya* nie ograniczyły się wyłącznie do wynalazku suportu tokarki. Już w r. 1797 zbudował on pierwszą na świecie tokarkę z łożem i podstawami żeliwnymi oraz z suportem, który posiadał samoczynny *ruch*



Rys. 6. Porównanie pracy tokarza na tokarce z ręcznym trzymaniem noża i na tokarce suportowej.

posuwowy, zapomocą *śruby pociągowej*. Powstał w ten sposób *suport mechaniczny*, który był samoczynnie przesuwany po prowadnicach łoża tokarki, jako ulepszenie *suportu ręcznego*. Suport ręczny był bowiem ustawiany i zamocowywany w pewnym położeniu na łożu tokarki, a toczenie wzdłużne względnie poprzeczne odbywało się przez ręczne pokręcanie korbek. Tokarka z samoczynnym przesuwem suportu nadawała się już do *toczenia gwintów*. Problem wykonywania gwintów został w ten sposób poraz pierwszy w historii techniki rozwiązany w sposób mechaniczny. Do tej bowiem pory wyrób śrub odbywał się tylko ręcznie[1]).



Rys. 7. Tokarka angielska z 1810 r.

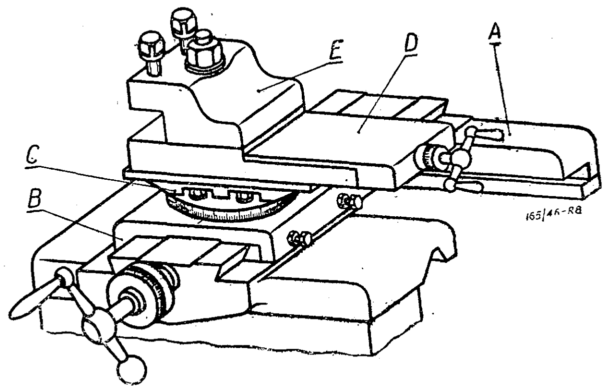
Pierwsze *śruby pociągowe* do tej *tokarki pociągowej* wykonał *Maudsley* stosunkowo dokładnie, tocząc gwint na tokarce nożem grzebieniowym. Przeniesienie ruchu z wrzeciona na śrubę pociągową odbywało się zapomocą 2-ch kół zębatych o przełożeniu 1:1, z których jedno osadzone było na wrzecionie, a drugie na śrubie pociągowej. Dla toczenia gwintów o różnych skokach stosował *Maudsley wymienne śruby pociągowe*, o takich skokach, jaki skok posiadała śruba nacinana.

Usilne prace *Maudsleya* nad ulepszeniem tokarki dały w wyniku zbudowanie w r. 1800 pierwszej *tokarki ze stałą śrubą pociągową*, a *zamiennymi kołami zębatymi*, zakładanymi na wrzecionie i śrubie pociągowej.

Wobec tego, że w obu powyższych rozwiązaniach stosował *Maudsley* tylko dwa koła zębate, z których jedno było zakładane na wrzecionie, a drugie na śrubie pociągowej, kierunek obrotu śruby pociągowej był przeciwny niż wrzeciona. W wyniku kierunek zwojów śruby nacinanej był przeciwny w stosunku do śruby pociągowej (prawe i lewe gwinty).
Aby uzyskać swobodę wykonywania dowolnych gwintów prawych lub lewych zastosował *Maudsley* trzecie koło zębate pośrednie. Pierwsza tokarka *Maudsleya* z wymiennymi kołami posiadała zespół złożony z 28 kół zębatych w granicach od 15 do 50.

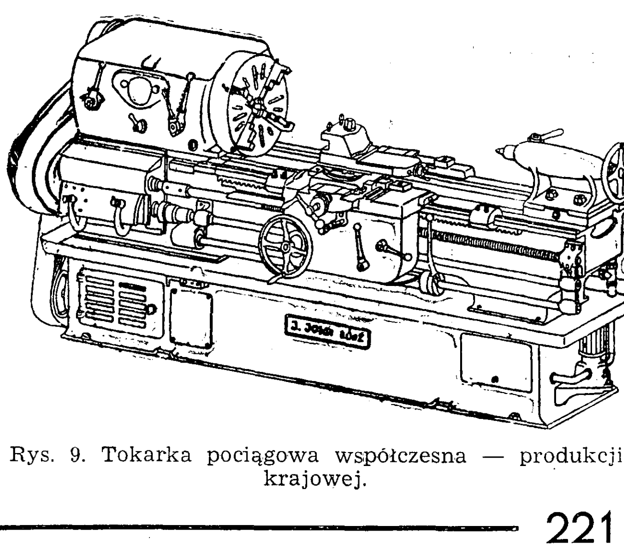
Pracując nad wykonaniem gwintów, stworzył *Maudsley* pierwsze podstawy do normalizacji gwintów, które rozwinął uczeń jego *Whitworth*.

Wynalazki *Maudsleya*, a więc suport krzyżowy oraz samoczynne sterowanie suportu przy zastosowaniu śruby pociągowej i kół zębatych zmianowych zachowały się w swej istocie do czasów obecnych. Postęp od czasów *Maudsley'a* w konstrukcji i budowie tokarki jest ogromny, ale zasady, które on wprowadził, pozostały niezmienne.



Rys. 8. Suport tokarki współczesnej.

Na rys. 9 widzimy typowy suport nowoczesnej *tokarki pociągowej* typu uniwersalnego. Składa się on z 2 zasadniczych zespołów: *suportu dolnego i suportu górnego*. W skład suportu dolnego wchodzą: *sanie wzdłużne A*, które dają się przesuwać ręcznie lub mechanicznie wzdłuż prowadnic łoża tokarki, oraz *sanie poprzeczne B*, które mogą otrzymywać ruch ręczny lub samoczynny w kierunku prostopadłym do osi toczenia (toczenie poprzeczne—podczas obróbki powierzchni płaskich). Sanie poprzeczne przesuwają się po prowadnicach wykonanych na saniach wzdłużnych suportu dolnego. Suport górny osadzony jest obrotowo na saniach poprzecznych *B* i składa się z: *obrotnicy C*, *sań narzędziowych D* oraz *imaka narzędziowego E*. Suport górny daje się ustawiać pod dowolnym kątem około osi pionowej.



Rys. 9. Tokarka pociągowa współczesna — produkcji krajowej.

[1]) Porównaj artykuł „Z dziejów śruby" "Mechanik" XVIII. Zeszyt 5/39.

Inż.-mech. WŁADYSŁAW GWIAZDOWSKI

ZNACZENIE PRZEKŁADNI ZĘBATEJ WRZECIENNIKA TOKARKI

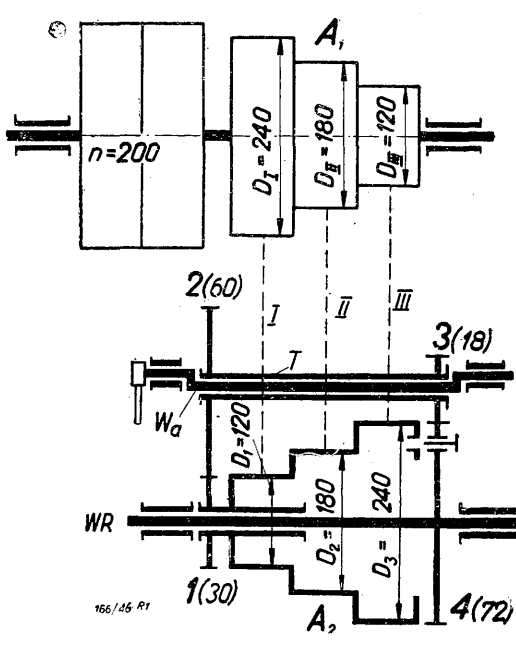
Niejednokrotnie słyszy się w warsztacie tego rodzaju pouczenie starszego tokarza, skierowane do ucznia tokarskiego: „jeśli pragniesz skrawać dużym wiórem, włącz przekładnię zębatą wrzeciennika".

Wiemy, że *przekładnia zębata* zastosowana w napędzie tokarki obok koła pasowego stopniowego, posiada główny cel: powiększenie zakresu ilości różnych obrotów wrzeciona. Im bowiem zakres różnych ilości obrotów na minutę jest większy, tym lepiej tokarka może być wyzyskana, gdyż dla różnych średnic obrabianych przedmiotów może być zastosowana właściwa szybkość skrawania.

Niezależnie jednak od spełniania powyższego zadania, przekładnia zębata umożliwia pokonywanie znaczniejszych oporów skrawania, co w niektórych wypadkach obróbki jest bardzo ważne.

Stosowanie przekładni zębatej wrzeciennika wymaga pewnego wyczucia zjawisk mechanicznych, jakie zachodzą przy napędzie tokarki, a w szczególności zrozumienia zależności, jakie zachodzą pomiędzy mocą tokarki, momentem obrotowym na wrzecionie i przekrojem wióra.

Rys. 1. przedstawia schematycznie *napęd tokarki,* której wrzeciennik posiada trójstopniowe koło pasowe A_2 oraz wyłączalną przekładnię zębatą. Na przystawce stropowej, której wałek wykonuje stałą ilość obrotów n na minutę osadzone jest koło trójstopniowe A_1. Wrzeciono tokarki może wykonywać ruch z sześcioma różnymi szybkościami, przy czym 3 większe szybkości występują podczas złączenia luźno osadzonego koła pasowego stopniowego A_2 z wrzecionem i wyłączenia przekładni zębatej. Mniejsze szybkości uzyskuje się przez włączenie przekładni zębatej (wtedy koło pasowe stopniowo obraca się luźno na wrzecionie *WR,* a ruch przenosi się za pomocą kół zębatych *1, 2, 3* i *4,* przy czym to ostatnie koło jest zaklinowane na wrzecionie). Moc jaką tokarka posiada jest uwarunkowana rodzajem i wymiarami pasa oraz jego szybkością.



Rys. 1. Schemat napędu tokarki.

Jeśli założymy, że dopuszczalna siła, którą pas może bezpiecznie przenosić, wynosi R kG a szybkość pasa wynosi c m/sek, to praca przenoszona przez pas w ciągu jednej sekundy, czyli *moc* wynosi:

$$R \cdot c \text{ kGm/sek}$$

Wobec tego, że praktycznie moc określamy w *koniach mechanicznych KM,* przy czym *1 KM*=75 kgm/sek, możemy ostatecznie napisać, że *moc doprowadzona* do obrabiarki wynosi:

$$N_d = \frac{R \cdot c}{75} \text{ KM} \quad \ldots \quad [1]$$

Łatwo spostrzegamy, że dla napędu, zapomocą kół pasowych stopniowych, przedstawionego na rys. 1., pas będzie posiadał różne szybkości na różnych stopniach kół pasowych A_1 i A_2. Wobec tego, że koło A_1 na przystawce wykonuje stałą ilość obrotów *n,* przeto największa (maksymalna) szybkość pasa będzie w położeniu I:

$$c_{max} = \frac{\pi D_I \cdot n}{60} \text{ m/sek} \quad \ldots \quad [2]$$

Jeśli więc wstawimy tę wartość do wzoru [1], wówczas otrzymamy największą moc $N_{d\,max}$. Najmniejsza (minimalna) szybkość pasa i moc tokarki będzie przy położeniu pasa *III.* (c_{min}, $N_{d\,min}$) . Charakterystyczną więc cechą napędu pasowego przy zastosowaniu kół pasowych stopniowych jest zmienna moc obrabiarki przy różnych położeniach pasa. Jest to cecha niekorzystna, która wraz z innymi jeszcze niedogodnościami, jak kłopotliwość obsługi, spowodowała, że nowoczesne tokarki posiadają napędy za pomocą koła jednostopniowego; uzyskuje się przy tym stałą, (możliwie wysoką) szybkość pasa, a zatym i stałą moc. Zmiana ilości obrotów wrzeciona odbywa się wtedy za pomocą kół zębatych.

Należy pamiętać, że *moc użyteczna* N_u którą wyzyskujemy w procesie skrawania, jest mniejsza od mocy doprowadzonej do

tokarki N_d o wielkość strat na skutek tarcia, przy czym

$$N_u = \eta \, . \, N_d$$

η jest to *współczynnik sprawności* tokarki. Współczynnik sprawności zależy od konstrukcji, stanu, konserwacji tokarki i wynosi średnio $\eta = 0{,}7 - 0{,}8$.

Przekrój wióra, który możemy osiągnąć przy skrawaniu na tokarce, zależy nie tylko od jej mocy, ale także od szybkości skrawania. Szybkość skrawania zależy z kolei od średnicy toczenia i ilości obrotów. Dla dalszego wyjaśnienia interesującego nas zagadnienia użyjemy pojęcia *momentu obrotowego*, który jak wiemy jest iloczynem siły i odległości tej siły od osi obrotu, a wyraża się podobnie jak praca jednostką, zwaną kilogramometrem *(kGm)*

$$M = P \, . \, r \text{ kGm} \quad . \; . \; . \; . \quad [3]$$

przyczym siła P jest wyrażona w kG, a ramię r w metrach.

Istnieje prosta zależność między momentem obrotowym, mocą i ilością obrotów. Moment obrotowy na wrzecionie tokarki, wynosi:

$$M = 716{,}2 \frac{N_u}{n} \text{ kGm} \quad . \; . \; . \quad [4]$$

Z tego wynika, że moment obrotowy jest dla pewnej stałej mocy tym większy, im mniejszą ilość obrotów wykonuje wrzeciono.

Dla tego samego położenia pasa moment obrotowy na wrzecionie będzie większy w wypadku mniejszych obrotów, a więc podczas włączenia przekładni zębatej.

Wyznaczmy ilości obrotów wrzeciona przy położeniu pasa *III:*

a) przy napędzie bezpośrednim (przekładnia zębata wyłączona),

$$n_{III} = n \, . \, \frac{D_{III}}{D_3}$$

b) przy włączonej przekładni zębatej

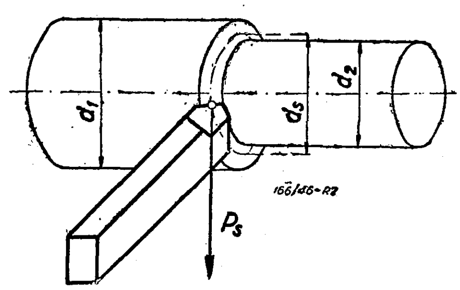
$$n'_{III} = n_{III} \, . \, \frac{z_1}{z_2} \, . \, \frac{z_3}{z_4} = \frac{30}{60} \, . \, \frac{18}{72} \, n_{III} = \frac{1}{8} \, n_{III}$$

Wobec tego, że moc tokarki w obu tych wypadkach będzie prawie ta sama (pomijając straty energii w przekładni zębatej), moment obrotowy wrzeciona będzie 8-krotnie większy przy włączonej przekładni zębatej, niż przy bezpośrednim napędzie wrzeciona.

Rozpatrzmy teraz zależność *przekroju wióra* F od momentu obrotowego na wrzecionie M i od średnicy toczonego przedmiotu.

Przekrój wióra jest to iloczyn $F = p \, . \, s$ mm², gdzie p — posuw w mm/obr, a s — głębokość skrawania w mm. Wartość ta jest różna od powierzchni przekroju wióra już oddzielonego od materiału obrabianego, który uległ spęczeniu.

Siła obwodowa skrawania P_s (rys. 2), zwana również *oporem skrawania*, jest zależna od przekroju wióra F oraz *oporu właściwego skrawania* k_s, przypadającego na 1 mm² przekroju wióra. Wartość k_s jest zależna głównie od rodzaju materiału obrabianego i przekroju wióra[1]).



Rys. 2.

$$P_s = F \, . \, k_s \text{ kG} \quad . \; . \; . \; . \quad [5]$$

Mając średnią średnicę toczenia

$$d_s = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

oraz wartość P_s, możemy określić *moment skrawania:*

$$M_{skr} = P_s \, . \, \frac{d_s}{2} = F \, . \, k_s \, . \, \frac{d_s}{2} \text{ kGm} \quad . \; . \quad [6]$$

Skrawanie będzie mogło się odbywać, jeśli moment obrotowy nadany wrzecionu tokarki wzór [4] będzie conajmniej równy momentowi skrawania, a więc

$$M = M_{skr} \, , \quad . \; . \; . \; . \; . \quad [7]$$

w przeciwnym bowiem wypadku wystąpiłoby t. zw. *przeciążenie* obrabiarki. Najczęściej w takich wypadkach pas ślizga się po kole lub też spada.

Podstawimy do wzoru [7] wartości ze wzoru [4] i [6]

$$716{,}2 \frac{N_u}{n} = F \, . \, k_s \frac{d_s}{2} \, ,$$

stąd przekrój wióra

$$F = 1432{,}4 \, . \, \frac{N_u}{k_s \, . \, d_s \, . \, n} \text{ mm}^2 \quad . \; . \quad [8]$$

przy czym d_s jest średnią średnicą toczonego przedmiotu wyrażoną w metrach.

Analizując ten wzór stwierdzamy, że przekrój wióra może być tym większy, im większa jest moc użyteczna tokarki; natomiast przekrój wióra maleje ze wzrostem oporu

[1]) *Inż. Jan Dworski* „Praktyczne tablice oporów właściwych skrawania". „Mechanik" zeszyt Nr 1, 1939.

właściwego skrawania, średnicy toczenia oraz ilości obrotów przedmiotu na minutę.

Możemy wyciągnąć wniosek, że jeśli dla tego samego położenia pasa np. *III* stosunek ilości obrotów przy napędzie bezpośrednim oraz przy włączonej przekładni zębatej wynosi

$$\frac{n_{III}}{n'_{III}} = 8,$$

to przekrój wióra przez włączenie przekładni zębatej może być ośmiokrotnie zwiększony. Możemy to wyrazić ogólnie: przez włączenie przekładni zębatej wrzeciennika możemy zwiększyć tyle razy przekrój wióra (w stosunku do bezpośredniego napędu wrzeciona i przy tym samym położeniu pasa), ile razy zmniejszone zostały obroty.

Musimy jednak zwrócić uwagę na to, że nasz wniosek ostateczny jest obarczony błędem, który popełniliśmy celem uproszczenia rozważań. Mianowicie przyjęliśmy, że właściwy opór skrawania k_s jest wielkością stałą, niezależną od przekroju wióra. W rzeczywistości jednak opór właściwy skrawania zmniejsza się ze wzrostem przekroju wióra. Na skutek tego wynikną pewne różnice, dopuszczalne w przybliżonych obliczeniach technicznych.

PRZYKŁAD. Dla tokarki, której schemat napędu podany jest na rys. 1, obliczyć przekrój wióra podczas skrawania stali przy położeniu pasa *III* w następujących wypadkach:

a) bezpośredniego napędu wrzeciona (przekładnia zębata wyłączona),

b) napędu przez przekładnię zębatą.

Dopuszczalna siła, którą przenosi pas, wynosi $R = 75$ kG, opór właściwy skrawania $k_s = 200$ kG/mm², średnia średnica toczenia $d = 80$ mm.

ROZWIĄZANIE: Celem wyznaczenia mocy tokarki, obliczmy szybkość pasa w położeniu *III*.

$$c_{III} = \frac{\pi \cdot D_{III} \cdot n}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}12 \cdot 200}{60} = 1{,}26 \text{ m/sek}$$

Moc nadana tokarce wynosi

$$N_d = \frac{R \cdot c}{75} = \frac{75 \cdot 1{,}26}{75} = 1{,}26 \ KM$$

Moc użyteczną na wrzecionie wyznaczamy, uwzględniając sprawność tokarki $\eta = 0{,}75$

$$N_u = \eta \cdot N_d = 0{,}75 \cdot 1{,}26 = \text{ok. } 0{,}95 \ KM$$

Ilość obrotów wrzeciona wyniesie w wypadku:

a) napędu bezpośredniego

$$n_{III} = n \cdot \frac{D_{III}}{D_3} = 200 \cdot \frac{120}{240} = 100 \text{ obr/min}$$

b) włączonej przekładni zębatej

$$n'_{III} = n_{III} \cdot \frac{1}{8} = 100 \cdot \frac{1}{8} = 12{,}5 \text{ obr/min}$$

Przekrój wióra wyniesie w wypadku:

a) napędu bezpośredniego

$$F = 1432{,}4 \cdot \frac{0{,}95}{200 \cdot 0{,}08 \cdot 100} = \text{ok. } 0{,}85 \text{ mm}^2$$

b) włączonej przekładni zębatej

$$F = 1432{,}4 \cdot \frac{0{,}95}{200 \cdot 0{,}08 \cdot 12{,}5} = \text{ok. } 6{,}8 \text{ mm}^2$$

Z życia młodzieży

SPRAWOZDANIE Z WYCIECZKI NA GÓRNY ŚLĄSK

W okresie Zielonych Świąt odbyła się trzydniowa wycieczka naukowa 23 studentów II Kursu Szkoły Inżynierskiej w Warszawie, prowadzona przez Kierownika Komisji Wycieczkowej SIMP *inż. Józefa Zagórskiego.*

Wycieczka zwiedziła ogółem siedem zakładów przemysłowych różnego typu. Uczestnicy wycieczki zaznajomili się z ruchem w kopalni węgla; w elektrowniach, poza maszynami w ruchu, zobaczyli kotły bez obmurowania i turbiny parowe w toku montażu; w hutach zaznajomili się z wielkimi piecami, piecami martenowskimi, mieszalnikami, koksownią, walcownią i kuźnią; w fabryce chemicznej widzieli produkcję ciekłego powietrza i spiekanie karbidu w łukowych piecach elektrycznych; w zakładach mechanicznych zetknęli się z dużą odlewnią i obróbką mechaniczną kół zebatych, narzędzi i sprawdzianów.

Największe wrażenie na uczestnikach wycieczki wywarł spust z wielkiego pieca w czasie nocnej wycieczki do Huty Borek.

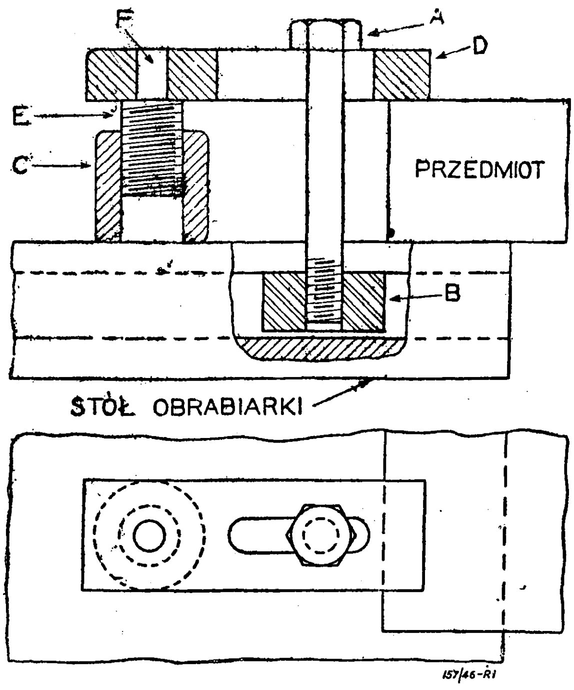
W drodze powrotnej słuchacze zwiedzili klasztor na Jasnej Górze.

Wycieczka była dostępna nawet dla najuboższych studentów, dzięki udzieleniu samochodu ciężarowego przez Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego, noclegów i wyżywienia przez Bytomskie Technicum i suchego prowiantu przez PCK, za co uczestnicy wycieczki wyrażają podziękowanie *inż.-mech. Mieczysławowi Leszowi*, Naczelnemu Dyrektorowi CZPM, *inż. Stanisławowi Guzickiemu*, Dyrektorowi Technicum w Bytomiu, *inż.-mech. Wiktorowi Sudrze i inż.-mech. Józefowi Zagórskiemu*, oraz dyrekcjom poszczególnych zakładów, które tak życzliwie odniosły się do wycieczki.

POMYSŁY I WSKAZÓWKI PRAKTYCZNE

PORÓWNANIE DWU ZACISKÓW

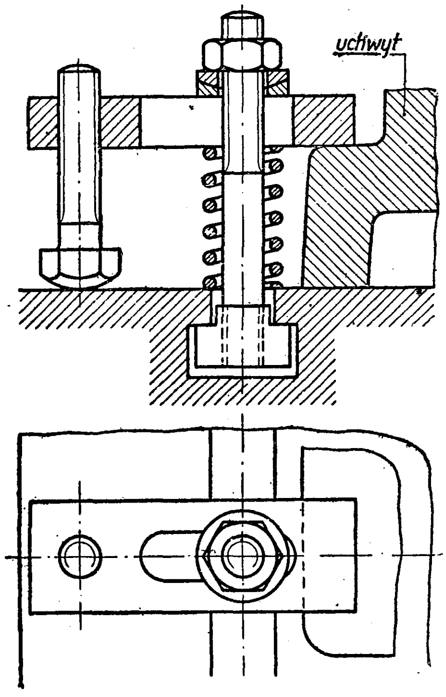
W zeszycie 10/45 „Przeglądu Motoryzacyjnego" wydawanego w Edinburgh, podano w ślad za Machinery (Nr. 1725 Vol. 67) rysunek *zacisku*, którego dokładną kopią jest rys. 1. Zacisk ze względu na kłopotliwość obsługi (brak sprężyny podtrzymującej, nieograniczoność przesuwu wzdłużnego i ustawienia) nie nadaje się do zamocowywania przedmiotów produkowanych seryjnie i nie powinien być wbudowywany w uchwyt. Jego rola ogranicza się do zamocowywania przyrządów (wzgl. pojedyńczych przedmiotów) bezpośrednio na stole obrabiarki.



Rys. 1.

Notatka w „Przeglądzie Motoryzacyjnym" wspomina, że zależnie od wysokości przedmiotu, dobiera się nakrętkę *C* z pomiędzy kilku sztuk stanowiących wyposażenie zacisku, nie zwraca jednak uwagi, że równocześnie trzeba wymieniać i śrubę *A*, która ma możność tylko nieznacznego przesuwu poosiowego. Brak podkładki kulistej pod łbem śruby naraża ją na zginanie i może być przyczyną zacinania. Dalszym niedociągnięciem jest nadanie nakrętce *C* zbyt dużej średnicy w stosunku do długości płytki *D*, w wyniku czego siła nacisku na przedmiot może się zmieniać w zbyt obszernych granicach. Opierając się na skali rysunku da się wyliczyć, że wahania nacisku wynoszą do czterdziestu procent zależnie od pochylenia płytki w prawo lub w lewo i związanego z nim oparcia się nakrętki o stół prawą lub lewą stroną. Umieszczenie nakrętki *B* poniżej poziomu stołu naraża gwint na zatarcie wiórami zsypującymi się do rowka teowego w czasie pracy lub czyszczenia uchwytu.

Pozostałe usterki, jak ustawienie nakrętki *C* bezpośrednio nad rowkiem, brak w niej



Rys. 2.

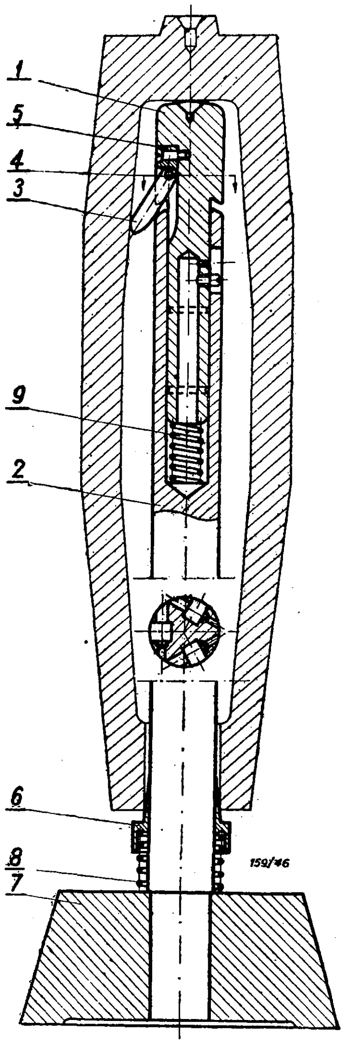
spłaszczeń na klucz i wystawanie przedmiotu poza krawędź stołu zaliczają się raczej do niedopatrzeń rysunkowych.

Wszystkie wspomniane błędy dałyby się dość łatwo usunąć; wydaje się jednak, że nie ma potrzeb szukania w tym zakresie nowych rozwiązań, bowiem istniejące zaciski spełniają zadawalniająco wszystkie możliwe zadania. Na rys. 2 podajemy dla przykładu jedną z konstrukcyj, najbardziej może zbliżoną do omawianej, ale pozbawioną występujących tam wad. *M. C.*

REDAKCJA CZASOPISMA ZWRACA SIĘ DO OGÓŁU CZYTELNIKÓW Z APELEM O JAK NAJŻYWSZĄ WSPÓŁPRACĘ W TYM DZIALE, POLEGAJĄCĄ NA NADSYŁANIU OPISÓW UDOSKONALEŃ METOD OBRÓBKI, PRZYRZĄDÓW I NARZĘDZI, STOSOWANYCH W PRAKTYCE WARSZTATOWEJ!

PRZYRZĄD UMOŻLIWIAJĄCY WSPÓŁŚRODKOWE WYKONANIE NAKIEŁKA W PRZEDMIOCIE WYDRĄŻONYM

Do wykonania nakiełka w przedmiocie wydrążonym współśrodkowo z osią wydrążenia, służy nam przyrząd przedstawiony

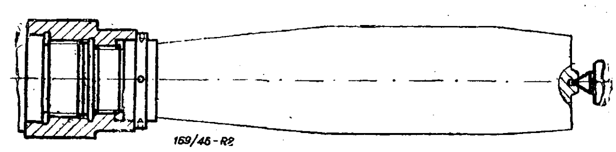


na rysunku. Przyrząd ten składa się z podstawy *7*, sworznia *2*, którego zakończenie jest wydrążone. W wydrążenie wchodzi końcówka *1* odpychana sprężyną *9*. W końcówce *1* są osadzone trzy centrujące języczki *3*. Nad podstawą znajduje się centrująca tulejka stożkowa *6*, odpychana ku górze przez sprężynę *8*. Przedmiot (skorupa pocisku) nałożony, naciska dnem wydrążenia na końcówkę *1*, która opuszczając się ku dołowi powoduje wychylenie się języczków centrujących 3, aż do oparcia się o powierzchnię wydrążenia. Równocześnie pod ciężarem przedmiotu obsuwa się tulejka stożkowa *6*. Wycentrowany w ten sposób przedmiot wg wydrążenia może być współśrodkowo zaopatrzony w nakiełek. W tym celu przyrząd musi być osadzony na stole wiertarki ściśle współosiowo z osią wrzeciona, a ponadto powinien być wykonany nakiełek w końcówce *1*.

W. Suw.

ZAMOCOWANIE PRZEDMIOTU WYDRĄŻONEGO

Do współśrodkowego zamocowania przedmiotu wydrążonego służyć może przyrząd przedstawiony na rys. 1. Składa się on z czopa *1* z osadzoną na nim tuleją *2*, szczęk zabierakowych *5*, rozwieranych przez mimośrodowo ukształtowany koniec czopa *1*. Jeśli pokręcimy czop *1*, wówczas mimośrodowe zakończenia tego czopa spowodują wysunięcie się szczęk, aż do oporu o ścianę wydrążenia. Przedmiot w ten sposób jest nie tylko wycentrowany, lecz również silnie uchwycony. Celem zdjęcia przedmiotu, wystarczy go obrócić w przeciwnym kierunku.

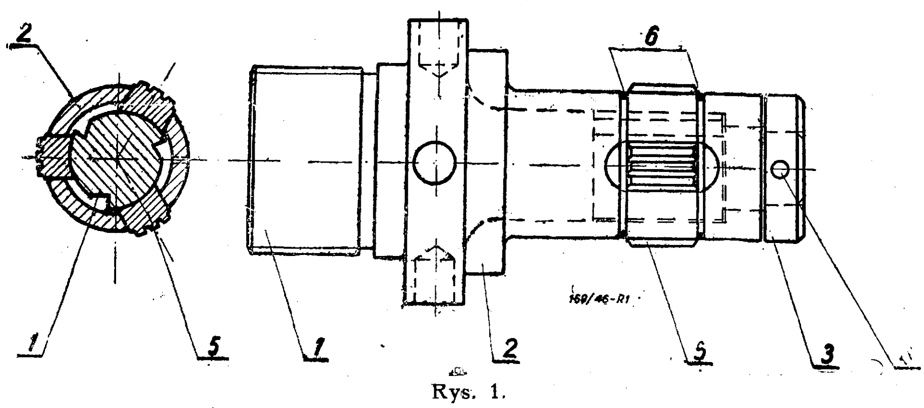


Rys. 2.

Zamocowanie przyrządu na maszynie wraz z przedmiotem przedstawia rys. 2. Użyto tu pośredniczącej tulei redukcyjnej między wrzecionem, a przyrządem.

Przyrząd tego rodzaju nie należy do zbyt dokładnych.

W. Suw.



Rys. 1.

KRONIKA

JUGOSŁOWIAŃSKI KONGRES INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW

W dniach od 5 do 7 maja br. w Zagrzebiu, stolicy Chorwacji, w gmachu Techniki przy Uniwersytecie Zagrzebskim, odbył się Kongres Inżynierów i Techników sześciu zjednoczonych republik jugosłowiańskich, a mianowicie Serbii, Chorwacji, Macedonii, Słowenii, Bośni i Hercegowiny, i Czarnogórza. Na kongres przybyło 220 delegatów zjednoczonych republik oraz kilkunastu zagranicznych gości, jak przedstawicieli Albanii, Bułgarii, Polski i Rumunii.

Delegacja polska składała się z *inż. W. Bratkowskiego* (przemysł włókienniczy), *inż. Fr. Ciecióry* (NOT), *inż. Laskowskiego* (przemysł węglowy), *inż. I. Piotrowskiego* (Polskie Zrzeszenie Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych), *inż. L. Uzarowicza* (SIMP).

Celem Kongresu było omówienie spraw, związanych z odbudową kraju, wyzyskaniem bogactw naturalnych Jugosławii, odbudową, organizacją i rozwojem zakładów przemysłowych, racjonalizacją metod produkcji i przygotowaniem pracowników o różnym poziomie wykształcenia do wykonywania czynności zawodowych.

W pierwszym dniu Zjazdu po przemówieniach powitalnych i wyborze Prezydium, złożonego z przedstawicieli 6 republik, wygłoszono referaty na tematy ogólne, związane z odbudową i uprzemysłowieniem kraju.

Delegacja polska przybyła w drugim dniu Kongresu przy końcu obrad plenarnych. Po owacyjnym i serdecznym powitaniu delegacji polskiej przez uczestników Kongresu, w imieniu delegacji polskiej przemówił przewodniczący *inż. L. Uzarowicz*, wyrażając życzenia jak najpomyślniejszych wyników obrad i wręczając 5 kompletów czasopisma „Mechanik", jako wyraz nawiązania łączności SMP z mechanikami Jugosławii.

Delegacja polska zgłosiła referaty:

1) *inż. Fr. Ciecióra* „Zasady organizacji inżynierów i techników w Polsce";
2) *inż. L. Uzarowicz* „Szkolenie rzemieślników według skróconych metod technicznego nauczania".

Dla ilustracji metod racjonalnego nauczania zostały złożone instrukcje nauczania kowalstwa, ślusarstwa, traserstwa i stolarstwa, które na prośbę Prezydium Zjazdu zostały skopiowane dla użytku szkolnictwa zawodowego.

W dniu tym Kongres wyłonił 5 komisyj do omówienia spraw przemysłu, transportu, budownictwa, rolnictwa i leśnictwa.

W ostatnim dniu Kongresu przystąpiono do dyskusji nad rezolucjami Kongresu, odczytanymi przez Przewodniczącego *inż. Hermana Mattesa*, oraz przyjęto statut Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Federacji Narodowych Republik Jugosłowiańskich.

W przemówieniach pożegnalnych zabrał głos przewodniczący delegacji polskiej *inż. L. Uzarowicz*, dziękując za wzruszającą gościnność i zaznaczając, iż Jugosławia i Polska, tworzące dwa skrzydła Słowiańszczyzny, powinny dążyć nietylko do wzajemnej wymiany dóbr i wyrobów przemysłowych, lecz do pogłębienia współpracy intelektualnej przez wymianę zdobyczy naukowych, wydawnictw technicznych i profesorów.

Po zakończeniu Kongresu delegacja polska zwiedziła trzy fabryki, a mianowicie: fabrykę obrabiarek do metali, produkującą tokarki, rewolwerówki, wiertarki i młoty pneumatyczne; fabrykę pilników, o zakresie produkcji obejmującej niemal wszystkie rodzaje pilników od pilników zegarmistrzowskich do pilników-zdzieraków; oraz fabrykę maszyn i aparatów elektrycznych „Elih", wyrabiającą silniki elektryczne małej mocy i kable elektryczne, a ponadto wykonującą naprawy wszelkich urządzeń elektrycznych. Firma „Elih" przystąpiła w bieżącym roku do budowy nowej fabryki maszyn i aparatów elektrycznych, której produkcja umożliwi elektryfikację kraju w szerokim zakresie.

Miłym uzupełnieniem Kongresu było zwiedzenie okolic Zagrzebia i stolicy Jugosławii Belgradu.

L. Uzarowicz.

NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA

W dniu 25 maja odbyło się w Warszawie zebranie plenarne Komitetu Organizacyjnego Naczelnej Organizacji Technicznej przy udziale 50 osób, reprezentujących 16 stowarzyszeń technicznych.

Sprawozdanie z prac Prezydium NOT złożył Prezes *inż. B. Rumiński*, komunikując zebranym, że w okresie od marca do maja powstało 8 nowych stowarzyszeń, zrzeszających inżynierów i techników przemysłów: węglowego, paliw płynnych, chemicznego, cukrowniczego, włókienniczego, materiałów budowlanych oraz zatrudnionych w komunikacji, transporcie i pracach wodno-melioracyjnych.

Łącznie z istniejącymi dawniej „Stowarzyszeniem Elektryków Polskich", „Stowarzyszeniem Inżynierów Mechaników Polskich", „Stowarzyszeniem Hutników" i „Stowarzyszeniem Wodociągowców" — NOT skupia 12 stowarzyszeń, które bądź uzgodniły już swoje prace z NOT, bądź są w trakcie uzgadniania. NOT musi objąć jeszcze stowarzyszenia techniczne pracowników budownictwa, przemysłu drzewnego, spożywczego i portów. Przeprowadzane z przedstawicielami stowarzyszeń rozmowy wykazały konieczność rozszerzenia dotychczasowych ram stowarzyszeń. W związku z tym Prezydium Komitetu Organizacyjnego doszło do wniosku, że muszą powstać okręgowe organizacje na stopniu wojewódzkim, które będą wiązały stowarzyszenia branżowe.

W dalszym ciągu sprawozdania *inż. B. Rumiński* zawiadamia, że statut NOT został przez władze za-

twierdzony, a starania o uzyskanie Domu Technika zostały uwieńczone pomyślnym skutkiem przez przydział domów przy ul. Czackiego 3/5 oraz Mazowieckiej 4. Organem prasowym NOT będzie „Przegląd Techniczny".

Z kolei *inż. L. Uzarowicz* składa sprawozdanie z pobytu delegatów NOT na Kongresie Inżynierów i Techników w Jugosławii (sprawozdanie zamieszczamy na innym miejscu).

Sprawę stowarzyszeń regionalnych referuje *inż. I. Brach*, uzasadniając potrzebę ich utworzenia. Organizacje te obejmą wszystkich członków stowarzyszeń branżowych i będą reprezentowały świat techniczny w stosunku do władz regionalnych, jak również będą reprezentowały NOT na danym terenie; poza tym zakresem ich pracy będą sprawy kulturalne, towarzyskie, lokalowe itp.

W związku z powyższym *inż. I. Brach* odczytuje wniosek: „Celem ujednostajnienia systemu tworzenia Oddziałów Stowarzyszeń Branżowych oraz umożliwienia nadania właściwych form organizacyjnych Stowarzyszeniom Techników w okręgach wojewódzkich, Komitet Organizacyjny NOT uchwala co następuje:

Stowarzyszenia branżowe winny tworzyć swe oddziały w ten sposób, aby obejmowały one zakresem swego działania całe województwo. Na terenie jednego województwa może być i więcej oddziałów tego samego stowarzyszenia branżowego, jednak nie obejmujących swym zasięgiem innych województw. W różnych ośrodkach przemysłowych danego województwa mogą być organizowane koła, będące członkiem danego oddziału wojewódzkiego".

Równolegle do wniosku o systemie tworzenia oddziałów stowarzyszeń branżowych przedstawiono wytyczne organizowania regionalnych stowarzyszeń techników (sprawę nazwy regionalnego stowarzyszenia techników postanowiono odłożyć do przyszłego zebrania Komitetu Organizacyjnego NOT).

W dalszym punkcie obrad, na wniosek Prezydium, postanowiono rozszerzyć skład Prezydium NOT przez włączenie przedstawicieli odbudowy, elektryfikacji, hutnictwa i komunikacji w osobach inżynierów: *Skorarzewskiego, Witwińskiego, Stasikowskiego* i *Gajkowicza.*

Sekretarz Generalny NOT *inż. Fr. Ciecióra* referuje potrzeby lokalowe NOT zaznaczając, że pierwszym warunkiem rzeczywistego zjednoczenia świata technicznego jest zgrupowanie wszystkich stowarzyszeń inżynierów i techników w jednym miejscu. W sprawie tej przyjęto wniosek:

„Uznając potrzeby lokalowe NOT i Stowarzyszeń Inżynierów i Techników, mających swe siedziby w Warszawie, za najważniejsze dla ich rozwoju i wydajnej pracy — Komitet Organizacyjny NOT zleca Prezydium przeprowadzenie odbudowy domów przy ul. Czackiego 3/5, Mazowieckiej 4 oraz w miarę potrzeby i możliwości sąsiadujących z nimi w stronę wzrastających numerów. Komitet Organizacyjny zleca powołanie Komitetu Odbudowy gmachu Technika".

W związku z akcją wydawniczą przyjęto wnioski *inż. Stan. Wojnarowicza*, z których pierwszy dotyczył powołania Komitetu Redakcyjnego „Przeglądu Technicznego, a drugi powołania Komisji Wydawniczej, mającej zorganizować Spółdzielnię Wydawniczą. Członkami Spółdzielni byłyby osoby prawne, przede wszystkim Techniczne Stowarzyszenia branżowe.

Inż. I. Brach referuje sprawę konieczności zwołania jeszcze w bieżącym roku Kongresu Techniki Polskiej, przy czym odczytuje następujący wniosek:

„Komitet Organizacyjny NOT stwierdza potrzebę zorganizowania kongresu świata technicznego w bieżącym roku.

2. Komitet Organizacyjny NOT powołuje Komisję Organizacyjną Kongresu Świata Technicznego, do której wejdą przedstawiciele wszystkich stowarzyszeń branżowych, członków NOT.

3. Komisja złoży sprawozdanie ze swych prac na najbliższym zebraniu Komitetu Organizacyjnego NOT.

4. Prezydium NOT spowoduje, aby w ciągu miesiąca czerwca do września b. r. odbyły się Walne Zebrania Stowarzyszeń Branżowych, które omówią na tych zebraniach sprawę Kongresu.

5. Do ścisłej Komisji Organizacyjnej Kongresu Komitet Organizacyjny NOT powołuje *kol. I. Bracha* — jako przewodniczącego, *W. Skoraszewskiego, Jaczewskiego, Stan. Wojnarowicza, Czaplickiego, Matula, Uzarowicza.*

W wolnych wnioskach rozpatrzono kilka spraw, które Zebranie przekazało do załatwienia Prezydium NOT.

S. K.

ZEBRANIE ORGANIZACYJNE W SPRAWIE POLSKIEJ ENCYKLOPEDII TECHNICZNEJ

Dnia 1 czerwca br. w siedzibie redakcji czasopisma technicznego „Mechanik" odbyło się zebranie organizacyjne w sprawie Polskiej Encyklopedii Technicznej, z udziałem przedstawicieli instytutów badawczych, towarzystw naukowych i redakcyj czasopism technicznych.

Zebraniu przewodniczył *inż.-mech. Ignacy Brach*, Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego czasopisma „Mechanik".

Sprawę powołania do życia wydawnictwa p. t.: „Polska Encyklopedia Techniczna" referował *red. A. T. Troskolański*, podkreślając konieczność rozpoczęcia pracy organicznej na polu wydawniczym równolegle z zaspokajaniem najpilniejszych potrzeb, jakimi są niewątpliwie książki do nauki i podręczniki techniczne. Rozwinięcie zasadniczych tez referatu znajduje się w artykule p. t.: „Polska Encyklopedia Techniczna", zamieszczonym w zeszycie 4/46 czasopisma „Mechanik".

W toku dyskusji wyłoniły się dwa możliwe kierunki realizacji encyklopedyj szczegółowych: pierwsza polegałaby na opracowaniu zestawienia haseł, stanowiących tytuły artykułów i ustaleniu objętości poszczególnych artykułów, tworzących daną encyklopedię; druga natomiast polegałaby na ogłaszaniu nadsyłanych artykułów na łamach poszczególnych czasopism, niezależnie od prac, związanych z systematyzacją całego materiału i wymagających z natury rzeczy dłuższego czasu i rozpatrywania komisyjnego. Przeważył pogląd, iż ze względu na ogromne braki

w zakresie literatury technicznej nie należy wstrzymywać druku artykułów opracowanych, lecz ogłaszać je w postaci odrębnych wydawnictw periodycznych lub też na łamach istniejących czasopism technicznych, pod kierunkiem komitetów redakcyjnych, odpowiedzialnych za poziom tych artykułów. Komitety mogłyby być utworzone przy instytutach badawczych, towarzystwach naukowych, stowarzyszeniach technicznych i redakcjach czasopism technicznych.

Przyjęto następujący podział i tytuły szczegółowych encyklopedyj technicznych:

Polska Encyklopedia Architektury
Polska Encyklopedia Budownictwa (obejmująca budownictwo lądowe i wodne)
Polska Encyklopedia Chemii Technicznej (obejmująca chemię i technologię chemiczną)
Polska Encyklopedia Elektrotechniki
Polska Encyklopedia Górnictwa
Polska Encyklopedia Hutnictwa
Polska Encyklopedia Mechaniki (obejmująca wszystkie dziedziny wiedzy, na których opiera swą działalność przemysł metalowy)
Polska Encyklopedia Metrologii
Polska Encyklopedia Komunikacji, Łączności i Transportu (obejmująca zakresem swym zagadnienia komunikacyjne łącznie z eksploatacją urządzeń komunikacyjnych).

Poza tym istniałaby możliwość powołania do życia szeregu encyklopedyj specjalnych, obejmujących następujące dziedziny: cukrownictwo, papiernictwo, technologię drewna, uzbrojenie, włókiennictwo.

Zebranie, uznając się za tymczasowy Komitet Organizacyjny Polskiej Encyklopedii Technicznej, powołało *red. A. T. Troskolańskiego* na Sekretarza Generalnego PET i zleciło mu nawiązanie kontaktu z ośrodkami, któreby mogły podjąć się opracowania encyklopedyj szczegółowych i zorganizowanie następnego zebrania Komitetu Organizacyjnego Polskiej Encyklopedii Technicznej. *A. T. T.*

KOMUNIKAT KRAKOWSKIEGO ODDZIAŁU STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW POLSKICH (SIMP)

W dniu 12 maja br. w ramach Naczelnej Organizacji Technicznej (NOT) odbył się w Krakowie w gmachu Politechniki, przy ul. Straszewskiego 28, Zjazd członków SIMP-u z terenu województwa krakowskiego i miasta Krakowa.

Na Zjazd przybyło 46 członków SIMP-u oraz 12 inżynierów i techników, zaproszonych jako goście. Zgodnie z tradycją SIMP-u Zjazd otwarto pod hasłem pracy dla Ojczyzny, podniesienia poziomu naukowego swych członków, oraz pomocy dla odbudowy i rozwoju przemysłu polskiego.

Porządek dzienny obrad był następujący:

1) Zagajenie i wybór przewodniczącego Zjazdu.

2) Sprawozdanie z N. W. Zjazdu delegatów SIMP-u w Warszawie z dnia 23.III br. i wytyczne dla N. W. Zjazdu Krakowskiego Oddziału SIMP-u.

3) Wybór tymczasowego Zarządu Krakowskiego Oddziału SIMP-u.

4) Wybór delegatów na N. W. Zjazd do Warszawy w dniu 28. VI. br. (dwudziestolecie istnienia SIMP-u).

5) Wolne wnioski.

Na zebraniu przedyskutowano i przyjęto projekt rozszerzonego Statutu, według którego postanowiono przyjmować do grona członków SIMP-u wszystkich inżynierów i techników, zatrudnionych w przemyśle metalowym i zbrojeniowym.

Do tymczasowego Zarządu Krakowskiego Oddziału SIMP-u weszli:

Prof. inż. Witold Biernawski, jako prezes,

Dyr. inż. Stanisław Grzymałowski i *Dyr. inż. Stanisław Marczewski,* jako wiceprezesi,

Prof. inż. Kazimierz Szawłowski, jako sekretarz,

Inż. Stanisław Grabowski, jako skarbnik,

Na N. W. Zjazd do Warszawy wybrano następujących delegatów:

Prof. inż. W. Biernawskiego, Prof. inż K. Gierdziejewskiego, Prof. inż. Dr. A. Langroda, Dyr. inż. St. Grzymałowskiego i Dyr. inż. St. Marczewskiego.

ZEBRANIE ODDZIAŁU WARSZAWSKIEGO STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW POLSKICH (SIMP)

Dnia 21 czerwca b. r. odbyło się zebranie członków Oddziału Warszawskiego SIMP, które równocześnie było zebraniem organizacyjnym Oddziału Warszawskiego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SMP).

Zebranie zagaił prezes *kol. Ludwik Uzarowicz,* witając zebranych i proponując na przewodniczącego zebrania ***kol. Witolda Gokielego.***

W pierwszej części zebrania ***kol. Władysław Pachulski odczytał*** protokóły Nadzwyczajnego Walnego Zjazdu Delegatów i Członków SIMP w dniu 2 marca b. r. i Zebrania Organizacyjnego Inżynierów i Techników Przemysłu Metalowego i Zbrojeniowego w dniu 23 marca b. r. (porównaj sprawozdania, zamieszczone w zeszycie 3/46 czasopisma „Mechanik"), po czym zreferował opracowane przez Komisję Statutową zmiany w Statucie Stowarzyszenia.

W drugiej części zebrania przystąpiono do wyboru delegatów na Walne Zebranie SIMP, które w wypadku przyjęcia przez członków SIMP proponowanych zmian statutu będzie stanowiło zebranie konstytucyjne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. W wyniku wyborów ustalono następującą listę delegatów: *Jan Piotrowski, Władysław Leśniewski, Czesław Taracha, Bronisław Dziugiełł, Jan Kunstetter, Ruciński, Józef Chudzian, Władysław Skura, Henryk Grochulski, Józef Potyński, Wojda, Malatyński.*

S. K.

TREŚĆ 5—6 ZESZYTU:

Wydawca: CENTRALNY ZARZĄD PRZEMYSŁU METALOWEGO.
Redaktor naczelny: *inż.-mech. Adam Tadeusz Troskolański.*

Zastępca Redaktora: *inż.-mech. Kazimierz Ochęduszko.* Redaktor działu „Młody Mechanik": *inż.-mech. Władysław Gwiazdowski.*

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa-Żoliborz, ul. Dygasińskiego 34. Administracja otwarta codziennie od 9 do 15.

Ekspozytura Administracji w Sekretariacie Towarzystwa Kursów Technicznych przy ul. Andrzeja Boboli 14 czynna codziennie w godzinach od 16 do 18.

Redaktor przyjmuje w poniedziałki i środy w godzinach od 11 do 17 w siedzibie Redakcji przy ul. Dygasińskiego 34.

P. K. O. Nr konta I-624. Przedpłata kwartalna 100.— zł. Cena pojedyńczego zeszytu 40.— zł.

Drukarnia Nr 2, Spółdz. Wydawniczej „Czytelnik" Warszawa, Marszałkowska 3/5. B-06723